

APLICABILIDADE DOS PRESSUPOSTOS DA ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA DE ÁGUA MINERAL

Larissa de Pinho Aragão¹
Rogelle Alves Tamiarana²

RESUMO

A atual crise ambiental demanda urgência em se estabelecer novas formas de apropriação dos recursos ecológicos, de modo que as potencialidades e fragilidades dos diversos sistemas naturais sejam consideradas como elementos integrantes dos contextos produtivos, visando a manutenção das atividades econômicas em função da exploração racional dos diferentes ambientes. As águas minerais são aquelas obtidas diretamente de fontes naturais ou por meio da extração de aquíferos subterrâneos, apresentando em sua composição química ou físico-química propriedades consideradas benéficas à saúde. Duas problemáticas que envolvem o setor das águas minerais engarrafadas relacionam-se com a falta de um gerenciamento eficiente dos resíduos industriais e a exploração desordenada do recurso mineral. A supressão e/ou mitigação dessas problemáticas podem ser realizadas por meio da aplicação de um modelo sistêmico de gestão empresarial, tendo como arcabouço teórico e prático os pressupostos da Economia Circular (EC). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar e descrever os procedimentos adotados em uma indústria de água mineral que incorporam as orientações da EC, além de contribuir para a discussão sobre a temática. Para tal, utilizou-se a pesquisa exploratória, alicerçada no estudo do caso em uma indústria de engarrafamento de água mineral situada no município de Ipu, Ceará. Como resultado, observa-se a implantação de pelo menos dois princípios propostos pela EC, são eles: redução na geração de resíduos e poluição, em virtude dos ciclos contínuos de uso dos materiais e a regeneração do capital natural, mediante projetos sistemáticos de reflorestamento da vegetação nativa na área de abrangência do empreendimento.

Palavras-chave: Economia circular. Água mineral. Industrialização das águas minerais. Resíduos Industriais.

¹ Doutoranda em Geografia, mestre em Geografia, graduada em Engenharia de Pesca, Especialização em Geografia e Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará. E-mail: larissaaragao@gmail.com

² Engenheira de Pesca pela Universidade Federal do Ceará, MBA em Gestão Ambiental, pela Universidade Norte do Paraná. E-mail: rogellealves@gmail.com

APPLICABILITY OF THE ASSUMPTIONS OF THE CIRCULAR ECONOMY IN THE MINERAL WATER INDUSTRY

ABSTRACT

The ongoing environmental crisis urgently demands new ways of appropriating ecological resources, so that consideration of both the potential and fragility of natural ecosystems is integral to the process. This approach should direct the economic activities that result from exploiting different environments. Mineral waters are those obtained from natural sources, or extracted from subterranean aquifers, and which are considered to have chemical or physico-chemical properties that are beneficial to health. Two problems faced by the bottled mineral water industry are related to the lack of efficiency in industrial waste management, and the unorganized exploitation of mineral resources. These problems can be suppressed and/or mitigated by the application of a systemic business management model with Circular Economy (CE) assumptions, as a theoretical and practical framework. The objective of this work is therefore to identify and describe the procedures adopted in a mineral water factory that incorporate the guidelines of the CE and thus to contribute to the discussion on this subject. In this exploratory research, a mineral water bottling factory located in the municipality of Ipu, Ceará, was used as a case study. We observed the implementation of at least two of the principles of the CE: a reduction in waste and pollution generation due to continuous cycles of material use, and regeneration of natural capital through continuous reforestation with native vegetation in the area covered by the project.

Keywords: Circular economy. Mineral water. Mineral water industrialization. Industrial waste.

1 INTRODUÇÃO

O sistema econômico vigente caracteriza-se pelo enfoque reducionista e fragmentário (CAPRA, 1982; 2014), influenciado pelos paradigmas científico-filosóficos que modelaram o processo civilizatório ocidental, resultando em padrões de desenvolvimento incompatíveis com a capacidade de suporte dos sistemas ambientais (RODRIGUEZ; SILVA, 2017).

Os sistemas econômicos distinguem-se pela dinâmica evolutiva e dependência dos sistemas naturais e sociais nos quais estão inseridos, o que torna necessária uma nova concepção de exploração econômica, capaz de respeitar a diversidade dos ambientes, a multiplicidade dos processos produtivos e os possíveis cenários oriundos do usufruto monetário da natureza, promovendo bases ecológicas de exploração dos recursos (CAPRA, 1982).

A oferta de água figura como elemento essencial para o pleno desenvolvimento das atividades humanas na superfície terrestre. Os processos de assentamento e organização social dos primeiros agrupamentos de humanos modernos ocorreram, principalmente, em função da disponibilidade hídrica, onde suas atividades econômicas e produtivas estavam diretamente engendradas às variações sazonais do regime hidrológico local.

A utilização e a exploração da água mineral como recurso econômico é datada do séc. XVII na França, com a regulamentação do comércio de águas minerais por Henri IV, em maio de 1605 (LIMA, 2003). O aperfeiçoamento e a expansão do processo produtivo das águas minerais ao longo do séc. XIX é reportado por Macedo (2007), que atribui esse crescimento à redução dos custos operacionais em função da modernização dos meios de transportes, favorecendo uma maior circulação do produto e a abertura de novos mercados consumidores.

No Brasil, a produção de águas minerais até 1968 era considerada estável e pouco representativa no cenário econômico, apresentando uma melhora no consumo e a ampliação do mercado consoante à utilização de garrações de 20 litros para o envase do recurso mineral. Na década de 1970, com a popularização das embalagens plásticas, sobretudo aquelas fabricadas em Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) e Policarbonato (PC), as indústrias de águas minerais experimentaram um novo incremento produtivo, possibilitando produções em taxas exponenciais e que perdura até o presente (MACEDO, 2007).

A expansão de métodos e tecnologias que promovem a redução do consumo, reciclagem e o reuso da água, assim como a recuperação de recursos e de áreas degradadas, são consideradas estratégias eficientes para o gerenciamento das problemáticas envolvendo as águas minerais envasadas, resultando em novas oportunidades para a otimização dos processos operacionais e para a ampliação de novos negócios.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi identificar e descrever os procedimentos adotados em uma indústria de água mineral que incorporam as orientações da Economia Circular (EC) como alternativa para a gestão linear da produção, intentando tornar o empreendimento ambientalmente sustentável, bem como contribuir para a discussão e disseminação da temática.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho utilizou a pesquisa exploratória para identificar a implementação de ações alinhadas aos pressupostos da Economia Circular (EC) em uma indústria de água mineral, promovendo uma visão geral sobre o tema, ainda pouco discutido pela comunidade acadêmica nacional.

A EC é um sistema econômico em que os produtos e serviços são pensados em ciclos contínuos de uso, gerando uma maior eficiência dos processos industriais, mediante a máxima valorização dos insumos e a redução dos impactos negativos gerados pela exploração dos recursos naturais. Apresenta-se como uma solução para a economia linear e tem ganhado notoriedade em diversas regiões da Europa e na China.

No Brasil, faz-se prudente acompanhar as discussões empreendidas sobre a temática, visando a replicação dos processos operacionais circulares nas indústrias, sobretudo no que se refere à geração e destinação dos resíduos industriais, pois a EC incorpora os componentes biológicos e técnicos dos sistemas produtivos em circuitos permanentes de uso e estimula a regeneração dos sistemas naturais.

Com relação às técnicas de coleta de dados, esse estudo fundamentou-se na pesquisa bibliográfica em livros, artigos, periódicos e em bancos de teses, possibilitando o entendimento sobre os temas propostos, bem como auxiliou na elaboração da fundamentação teórica. Como já exposto, em virtude de constituir um assunto ainda em consolidação no âmbito científico, optou-se pelo estudo de caso para a obtenção dos dados primários.

No que tange à coleta de dados primários, esta foi efetivada por meio de entrevistas semiestruturadas e observações não-participantes. As entrevistas foram orientadas para a identificação de ações no processo produtivo das águas minerais envasadas que reproduzem os princípios da EC, com destaque para o gerenciamento dos resíduos e a restauração dos sistemas naturais.

Por se tratar de uma empresa familiar de pequeno porte, apresentando um quadro de funcionários restrito, as entrevistas versaram nos responsáveis pelo setor de Qualidade e Meio Ambiente, bem como nos supervisores de produção, totalizando cinco (05) entrevistas gravadas, além de conversas informais com colaboradores da linha de produção.

Por fim, os dados obtidos foram discutidos por meio de abordagem qualitativa, pretendendo interpretar e apresentar os resultados alcançados, conferindo validade e consistência à pesquisa. A delimitação temporal desse estudo ocorreu no período de 01 a 31 de dezembro de 2018, em unidade industrial localizada no município de Ipu, Ceará, responsável pelo abastecimento de água mineral engarrafada em embalagens de 10 e 20 litros, com abrangência de mercado local e regional.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A Economia Circular

O conceito de circularidade, especialmente em termos de ciclos fechados de produção de materiais não é algo recente, ocorrendo paulatinamente ao longo da história (LIEDER; RASHID, 2016). A partir de 1950, por meio do surgimento das Teorias Sistêmicas Clássicas, o pensamento sistêmico foi aplicado para a resolução de problemas práticos (CAPRA, 2014).

Define-se Economia Circular (EC) o modelo econômico de gestão da produção e consumo de bens e serviços no qual as relações entre os componentes e processos produtivos apresentam um caráter sistêmico, agrupando os elementos biológicos e técnicos dos sistemas produtivos em ciclos contínuos de uso, regeneração, reutilização e reciclagem (SAUVÉ *et.al.*, 2016). A gestão econômica circular considera todos os insumos e produtos dos processos de produção, com ênfase significativa para a redução de resíduos.

Na EC, os elementos que compõem os sistemas industriais podem ser de origem biológica ou técnica. Os elementos biológicos são aqueles que agregam matéria externa ao sistema com metabolismo biológico; com relação aos componentes técnicos, estes são projetados para o funcionamento nos ciclos técnicos, não permitindo a sua decomposição de forma natural pelo ambiente. Nesse sentido, o que a EC sugere é que os recursos extraídos da natureza e os produzidos artificialmente permaneçam em cadeias produtivas sistêmicas e integradas (FROSCHE, GALLOPOULOS, 1988; MACARTHUR, 2018).

Os princípios que norteiam a EC buscam dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo exponencial de recursos finitos, priorizando a

eliminação de resíduos e a utilização de fontes renováveis de energia. Segundo MacArthur (2018), a EC está baseada em três princípios básicos: (i) preservar e aumentar o capital natural, controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis; (ii) otimizar a produção de recursos por meio da circulação de produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade, tanto nos ciclos biológicos, quanto nos técnicos; e, (iii) fomentar a eficácia do sistema, revelando as externalidades negativas e excluindo-as dos projetos.

Com relação aos pressupostos teórico-metodológicos, a EC versa pela transdisciplinaridade (MACARTHUR 2018; SAUVÉ *et.al.*, 2016), congregando diversas correntes epistemológicas para subsidiar a aplicabilidade de um novo modelo econômico, calcado na circularidade, dos quais, destacam-se a Biomimética, a *Blue Economy*, o Design Regenerativo, a Economia de Performance, o *Cradle to Cradle* e a Ecologia Industrial.

Nesse contexto, a EC pretende, em função dos princípios que a norteiam e fundamentada nas mais diversas matrizes do pensamento teórico-científico, superar o paradigma linear de produção ao utilizar os processos naturais como modelos para a implantação de uma gestão produtiva eficiente.

3.2 Panorama Nacional da Indústria de Águas Minerais Envasadas

Segundo o Código das Águas Minerais, Decreto-Lei nº 7.841, de 08 de agosto de 1945, “as águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa”. O Código das Águas ainda disciplina a classificação, a pesquisa e a fiscalização quanto à industrialização das águas minerais.

Qualificadas como recurso mineral, as águas minerais estão regulamentadas pelo Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, também conhecido como Código de Minas, que dispõe sobre a concessão de lavra e comercialização desse bem econômico. A implantação e a fiscalização dos requisitos propostos pela Resolução RDC nº 173, de 15 de setembro de 2006, que trata sobre as Boas Práticas de Industrialização e Comercialização das águas minerais naturais, é de competência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Salienta-se que a ANVISA segue as diretrizes e orientações propostas pelo *Codex Alimentarius*² relacionadas às águas minerais. As águas minerais se distinguem dos demais tipos de águas por apresentarem em seu conteúdo concentrações satisfatórias e constantes de alguns sais minerais e oligo-elementos benéficos à saúde humana. São obtidas diretamente de fontes naturais ou por meio da extração de aquíferos subterrâneos, demonstrando tanto constância na composição, quanto estabilidade de vazão e temperatura, não sendo permitidos quaisquer procedimentos de manipulação ou tratamento (FAO, 1981).

As águas brasileiras são resguardadas por legislação específica. A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, trata da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), cujos objetivos incidem na garantia de acesso e na disponibilidade de água para as presentes e futuras gerações e na exploração racional e sustentável dos recursos hídricos, através da promoção da captação, preservação e do aproveitamento das águas pluviais. Embora as águas minerais não estejam sujeitas diretamente à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a Resolução nº 76, de 16 de outubro de 2007, estabelece diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e das águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários.

Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), tendo como arcabouço dados da consultoria internacional Beverage Marketing Corporation (BMC), o consumo global de água engarrafada em 2015 foi de 329 bilhões de litros, 16,5% maior do que o apresentado em 2014, revelando uma taxa anual média de crescimento para o período de 2010-2015 de 6,9%, tendo a China incrementado a sua produção a uma taxa média anual de 14%, os Estados Unidos 6% e o Brasil 4,1% (DNPM, 2016).

No Brasil, a produção anual total declarada para o setor das águas minerais em 2015 foi de 8,08 bilhões de litros, o que corresponde 40% menos do consumo estimado para o país pela consultoria BMC, indicando uma produção subdeclarada. Para sanar esta problemática e auxiliar na fiscalização e acompanhamento produtivo, foi promulgada a Instrução Normativa SEFAZ nº 40, de 27 de outubro de 2015, que

² *Codex Alimentarius*: Programa da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), criado em 1963, com o objetivo de estabelecer normas internacionais na área de alimentos, incluindo padrões, diretrizes e guias sobre Boas Práticas e de Avaliação de Segurança e Eficácia.

estabelece os procedimentos relativos ao recolhimento do Imposto sobre Operações associadas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) incidente nas operações com água mineral em embalagens retornáveis de 20 litros (DNPM, 2016; SEFAZ, 2015).

Segundo o DNPM (2016), em 2015, 70% do volume de água mineral envasado foi comercializado em garrações retornáveis, 27% em garrafas plásticas, aproximadamente 2% em copos plásticos e apenas 0,1% em embalagens de vidro. Com relação aos estados que apresentaram as maiores produções estão São Paulo (23%), Pernambuco (11%), Bahia (7%) e Ceará (6%). Ressalta-se que 8 grandes grupos responderam por 30% do volume de água mineral engarrafada declarado no país, são eles: Grupo Edson Queiroz, a Coca-Cola/FEMSA, Danone, Nestlé, o grupo pernambucano constituído das empresas J&E, L&R, Torres e Pedrosa e Pedrosa e a Flamin.

3.3 Caracterização Geral da Indústria de Água Mineral Analisada

A indústria de água mineral analisada está localizada no município de Ipu, Mesorregião do Nordeste Cearense, Noroeste do Estado do Ceará. O município possui uma área de 629,3 Km² de extensão, limitando-se ao norte com os municípios de Pires Ferreira, Reriutaba e Guaraciaba do Norte; ao sul, com Ipueiras e Hidrolândia; a leste, com Hidrolândia e Pires Ferreira; e a oeste com Guaraciaba do Norte, Croatá e Ipueiras. Dista 295 km da capital cearense, Fortaleza (IPECE, 2016).

Localizada no Planalto da Ibiapaba, a indústria está alocada na porção serrana do município de Ipu, região caracterizada pela superfície elevada - em torno dos 500 m de altitude, topo com relevo dissecado, colinas suaves e patamares constituídos por arenitos da Formação Serra Grande. Apresenta a face escarpada orientada para leste e o reverso com declives suaves em direção ao Piauí, clima úmido e subúmido, com precipitação anual média de 1.000 mm, padrão de drenagem em paralelo, solos espessos, ácidos e com fertilidade baixa (BRANDÃO, 2014; SOUZA, 2000).

O empreendimento estudado está circunscrito na Área de Proteção Ambiental da Bica do Ipu, Decreto nº 25.354, de 26 de janeiro de 1999. Constitui uma unidade de conservação de uso sustentável, de âmbito Estadual, em função das especificidades geoambientais que compõem o cenário paisagístico do Planalto da

Ibiapaba, bem como sua valoração enquanto prestadora de bens e serviços ecológicos para atividades econômicas associadas à agropecuária, extração de recursos minerais e ao turismo.

A indústria identifica-se como pequena empresa do tipo familiar com matriz tradicional, isto é, distingue-se pelo capital fechado e com controle administrativo, financeiro e de propriedade exercido exclusivamente pela linhagem sanguínea. Emprega quarenta e cinco profissionais distribuídos nos setores: financeiro-administrativo, comercial, marketing, produção, qualidade do produto e sustentabilidade, serviços gerais, logística e vigilância. Iniciou suas atividades no ano de 2001 e atualmente apresenta inserção no mercado local e regional, participando no fornecimento e distribuição de água mineral para os Estados do Ceará, Piauí e Maranhão.

3.4 Etapas do Processo Produtivo da Industrialização das Águas Minerais

O processo produtivo que envolve a industrialização da água mineral, organizado na Figura 1, tem início com a captação do recurso mineral proveniente de surgência natural, o qual é bombeado por um sistema de tubulação de aço inox e acondicionado em 3 tanques-reservatórios de 50.000 L. Posteriormente, é realizada a filtragem (remoção do particulado sólido maiores que 5 micras) e a distribuição da água para a linha de envase e setores responsáveis pela assepsia dos garrafões retornáveis.

A segunda etapa consiste na recepção, inspeção, pré-lavagem e lavagem das embalagens retornáveis. Os garrafões recebidos na indústria para o preenchimento com água mineral são confeccionados de Polietileno Tereftalato (Pet), Polipropileno (PP) e Policarbonato (PC), com capacidade volumétrica de 10 e 20 L. Nesta fase é realizada a triagem qualitativa das embalagens por meio da inspeção olfativa e visual. Os garrafões aptos para a comercialização são encaminhados para a lavagem interna, cujo procedimento recorre ao jateamento de uma mistura de água mineral com produto alcalino-clorado a 0,1% e o uso de escovões de baixa rotação para a lavagem interna.

Após as fases de recepção, inspeção, pré-lavagem e lavagem manual, os vasilhames seguem para lavadoras automáticas a fim de assegurar a completa

desinfecção, auxiliados novamente pelo uso do detergente alcalino-clorado, concentração de 0,05% e passagem por túnel com luz ultravioleta, com função antigermicida.

Efetivada a assepsia automatizada, opera-se o envase da água mineral nas embalagens retornáveis, seguido pelas etapas de tamponamento, rotulagem, aplicação do selo fiscal e vedação. Estes processos ocorrem de forma contínua e estritamente mecanizada, assim como estabelece o Código das Águas Minerais. Salienta-se que anterior à expedição dos garrafões com água mineral, os vasilhames passam por um visor de inspeção, a fim de identificar uma possível contaminação de ordem física e assegurar a integridade e a qualidade da mercadoria.

Figura 1. Fluxograma Produtivo da Indústria de Água Mineral



Fonte: Elaboração Própria (2018)

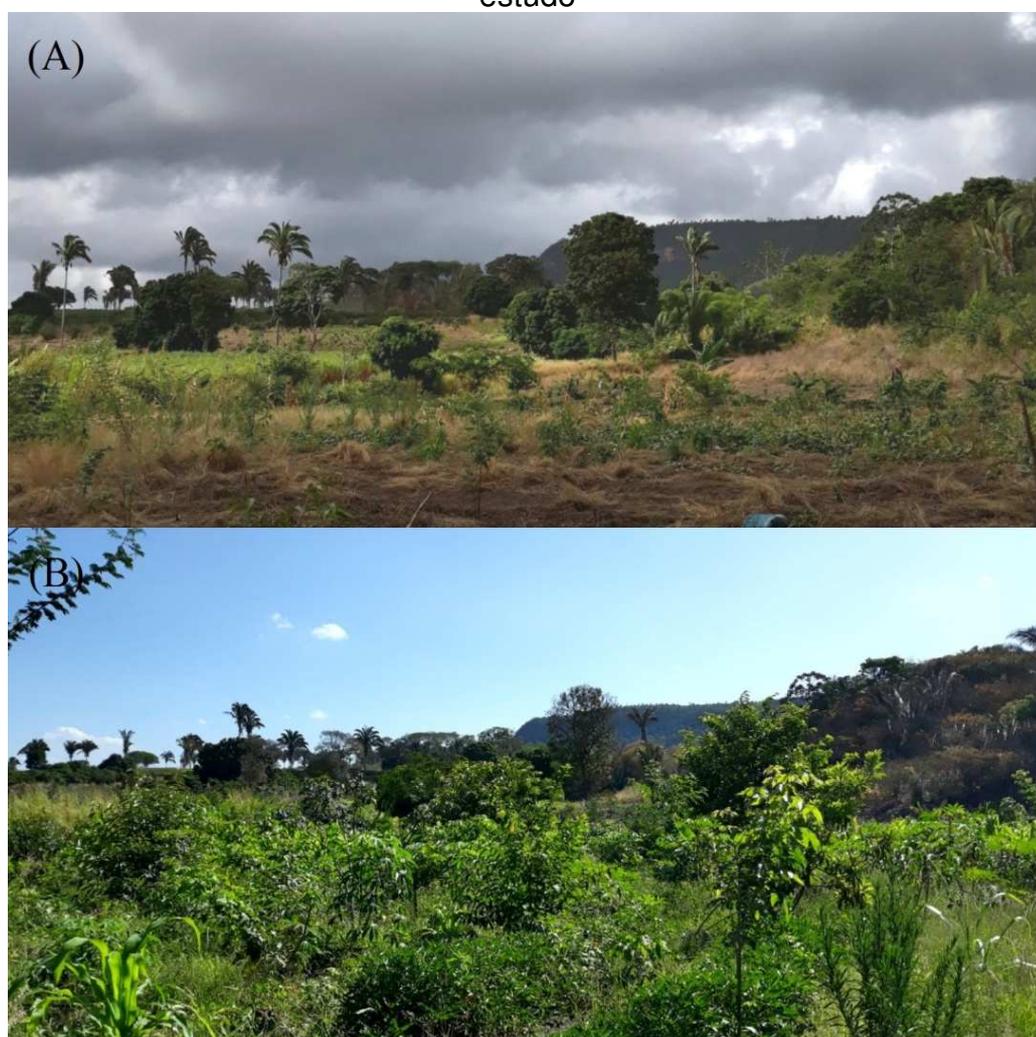
Ativar o Windc
Acesse as configura

3.5 Identificação da Aplicabilidade dos Pressupostos da EC na Industrialização das Águas Minerais

Segundo o 1º princípio da EC, as indústrias devem otimizar o seu capital natural, por meio do controle sobre a exploração dos recursos ecológicos finitos e equilibrando os renováveis. Esta premissa pode ser associada a projetos que incorporem no gerenciamento produtivo ações que patrocinem a regeneração dos sistemas naturais explorados.

No caso da empresa analisada, observa-se a implantação de projetos contínuos de recuperação da vegetação nativa, visando a restauração dos sistemas ambientais florestados e o equilíbrio do ciclo hidrológico local. As primeiras iniciativas ocorreram em 2001 e versaram no reflorestamento das áreas degradadas no entorno do empreendimento, em espaços próximos às pequenas drenagens locais. A Figura 2 ilustra a dinâmica de crescimento das espécies arbóreas reflorestadas entre os anos de 2017 (A) e 2018 (B), totalizando 1.000 m² de extensão.

Figura 2. Reflorestamento de uma porção territorial na área de abrangência deste estudo



Fonte: Imagens cedidas pela empresa estudada (2018)

Entre os anos de 2015 a 2017, a indústria de água mineral estudada, em parceria com a Prefeitura Municipal de Ipu e a Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA), por meio da gestão da Área de Proteção da Bica do Ipu, iniciou o projeto “Mais Florestas, Mais Águas”, o qual introduziu pelo menos 3.840 mudas na R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 203-220, mai. 2021.

bacia hidrográfica do Riacho Ipuçaba, drenagem responsável pela formação da Bica do Ipu. O quadro 1 descreve as principais espécies da flora reflorestadas.

O acompanhamento sobre crescimento e sobrevivência das espécies reflorestadas pelo projeto “Mais Florestas, Mais Águas” é realizado de forma qualitativa, haja vista que as áreas de abrangência do programa de restauração florestal são gerenciadas por diferentes proprietários. Nesse sentido, faz-se necessário o acompanhamento mais detalhado dos gestores públicos e demais entidades envolvidas.

Quadro 1. Espécies da flora reflorestadas em ações na APA da Bica do Ipu

Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico
Angico	<i>Anadenanthera Colubrina</i>	Jatobá	<i>Hymenaea Courbaril</i>
Araticum	<i>Annona Montana</i>	Jenipapo	<i>Genipa Americana</i>
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Jucá	<i>Caesalpinia Ferrea</i>
Azeitona	<i>Olea Europaea</i>	Limãozinho	<i>Polygala klotzschii</i>
Barriguda	<i>Cavanillesia arbórea</i>	Moringa	<i>Moringa Oleifera</i>
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Mutamba	<i>Guazuma Ulmifolia</i>
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Olho de pombo	<i>Abarema Lagsdorffii</i>
Chichá	<i>Sterculia striata</i>	Pau Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>
Ingá	<i>Ingá Edulis</i>	Pequi	<i>Caryocar Brasiliense</i>
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus Albus</i>	Pinhão Bravo	<i>Jatropha mollissima</i>
Ipê Roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Pitomba	<i>Talisia Esculenta</i>

Fonte: Elaboração Própria (2018)

No contexto dos ciclos de materiais à luz da EC, a água mineral é identificada como componente do ciclo biológico; e, os vasilhames retornáveis, rótulos, tampas e lacres, do ciclo técnico. O levantamento desses elementos auxiliaram no reconhecimento das práticas circulares empreendidas pela indústria, em função das etapas de produção, o que resultou na determinação dos *inputs* e *outputs* associados à geração de resíduos pela cadeia produtiva das águas minerais, os quais estão descritos no quadro 2.

Quadro 2. Identificação dos resíduos gerados na industrialização das águas minerais

Etapas	Inputs	Outputs
Recepção dos garrações	Garrações que retornam do mercado	Garrações vencidos e inaptos Resíduos de lacres Resíduos de rótulos Resíduos de tampas
Pré-lavagem/Lavagem	Lavagem manual com solução de água mineral com alcalino-clorado a 0,1%	Água mineral contaminada

Lavagem externa	Lavagem mecanizada com água mineral	Água mineral contaminada
Lavagem interna	Lavagem mecanizada com solução de água mineral com alcalino-clorado 0,05%	Água mineral contaminada
Envase	Água mineral	Perdas de água mineral
Tamponamento	Tampas de polipropileno	Tampas de polipropileno
Rotulagem	Rótulos	Rótulos
Vedação	Lacres	Lacres

Fonte: Elaboração Própria (2018)

A utilização e o descarte correto das embalagens retornáveis e resíduos oriundos do processo produtivo estão incorporados ao 2º Princípio da EC, o qual orienta a otimização da produção por meio da máxima circulação dos produtos, componentes e materiais (MACARTHUR, 2018) e encontra subsídio legal no Brasil através da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos (PNRS) consiste no conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, com a finalidade de minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental (BRASIL, 2010).

A Portaria DNPM nº 374, de 01 de outubro de 2009, situa sobre as normas e especificações técnicas para o aproveitamento de água mineral destinada ao envase das águas minerais. No sub-item 4.9.2, encontram-se as orientações referentes aos procedimentos a serem adotados nas etapas de recepção, inspeção, pré-lavagem e lavagem em relação aos vasilhames retornáveis.

Cabe destacar que, de acordo com a Portaria DNPM nº 358, de 21 de setembro de 2009, as embalagens retornáveis utilizadas para a comercialização de água mineral não deverão exceder o prazo de validade de até 3 anos (o que corresponde aproximadamente a 156 ciclos de produção), “haja vista a redução gradativa da impermeabilidade original da embalagem, o que amplia a vulnerabilidade à incorporação de odores indesejáveis e potencializa a conseqüente contaminação do conteúdo que é a água mineral” (DNPM, 2009, p.4).

De acordo com a legislação específica e comprovado em apreciações em campo, os garrafões vencidos e não aptos (com amassamentos, rachaduras, ranhuras, remendos, deformação de gargalos, alterações de odor, de cor, etc) para o ciclo produtivo são encaminhados, assim como demais resíduos (rótulos, lacres e tampas), à empresas cadastradas que asseguram a reciclagem do material plástico.

A Portaria DNPM nº 374 (*op.cit*), sub-item 4.10.1, estabelece que toda a água do enxágue final no processo de engarrafamento das águas minerais deverão ser reaproveitadas para lavagens intermediárias ou destinadas a outras atribuições pelas indústrias, assegurando a redução do desperdício do recurso mineral. Os resíduos líquidos gerados pela unidade de produção analisada são classificados em dois tipos: resíduos líquidos da produção e dejetos dos banheiros.

Todos os resíduos líquidos provenientes da produção são conduzidos para uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) contendo peneira com malha suficiente para a retenção dos lacres, rótulos e tampas. Como os resíduos líquidos apresentam pH alcalino, em função da combinação de água mineral e solução detergente das etapas da pré-lavagem e lavagem mecanizada, esses resíduos passam por um ajuste de pH com ácido peracético (derivado do ácido acético), para então retornarem para a natureza.

Com relação ao sistema de reuso da água empreendido pela empresa, os efluentes podem assumir dois caminhos para o reaproveitamento do recurso ecológico. Após os ajustes realizados na ETE, a água pode ser armazenada em um reservatório de 30.000 L para irrigar as áreas de reflorestamento da indústria ou segue para os banheiros, onde será utilizada para o abastecimento das descargas.

Já ao que concernem os dejetos dos banheiros, como estes apresentam alta concentração de matéria orgânica, são conduzidos para um reservatório de contenção totalmente vedado e quando necessário, faz-se o seu recolhimento por uma empresa especializada no tratamento desse tipo de resíduo. A empresa estuda ainda a viabilidade da implantação de uma ETE ecológica para os efluentes dos banheiros.

Diante do exposto, foi desenvolvido um fluxograma ilustrativo das principais práticas desempenhadas no contexto da EC pela indústria de engarrafamento de água mineral analisada, com destaque para os ciclos de usos dos materiais técnicos e biológicos, conforme estabelece a Figura 3.

Figura 3. Fluxograma dos procedimentos da EC adotados em uma indústria de água mineral



Fonte: Elaboração Própria (2018)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face do atual estágio de degradação dos sistemas naturais, as indústrias devem cada vez mais adequar seu processo produtivo em função da redução dos impactos ambientais, visando tanto a conservação e preservação dos recursos naturais, quanto a manutenção de suas atividades econômicas. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi identificar práticas ambientais adotadas no processo produtivo de uma indústria de engarrafamento de água mineral que estivessem alinhadas aos pressupostos da Economia Circular.

Observou-se que o setor econômico de exploração das águas minerais pode ser considerado, dentre as demais indústrias mineradoras, aquelas que menos poluem o meio ambiente. Na empresa analisada, constatou a implantação de pelo menos dois princípios propostos pela Economia Circular, são eles: redução na R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 203-220, mai. 2021.

geração de resíduos e poluição, em virtude dos ciclos contínuos de uso dos materiais e a regeneração do capital natural mediante projetos contínuos de reflorestamento da vegetação nativa na área de abrangência do empreendimento.

Com o levantamento dos elementos que compõem o sistema produtivo de envase das águas minerais foi possível identificar os *inputs* e *outputs* associados à geração de resíduos em cada etapa produtiva, o comportamento dos ciclos biológico e técnico, e as ações prestadas pela unidade industrial analisada que convergem com os princípios da Economia Circular, a qual atua como uma ferramenta de mudança frente ao atual modelo linear de produção, por meio de práticas sustentáveis e que respeitam a capacidade de suporte dos ecossistemas explorados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, R.; FREITAS, L. **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM/Serviço Geológico do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16726>>. Acesso em 08 jan 2019.

BRASIL, ANVISA. Agência Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 173, 15/09/2006**. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural e a Lista de Verificação das Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural. Setembro, 2006. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 05 jan 2019.

BRASIL, CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 76, de 16 de outubro de 2007**. Estabelece diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2076.pdf>>. Acesso: 06 jan 2019.

BRASIL. Decreto nº 25.354, de 26 de janeiro de 1999. APA da Bica do Ipu. **Diário Oficial, Fortaleza, CE**, 26 jan. 1999. Seção 1. Disponível em: <<http://oads.org.br/leis/2178.pdf>>. Acesso em: 08 jan 2019.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Código de Minas. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 28 fev. 1967. Seção 1, p. 2417.

BRASIL. Decreto-Lei nº 7.841, de 08 de agosto de 1945. Código das Águas Minerais. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 20 ago. 1945. Seção 1, p. 13689.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas / Coord. Geral Wagner Fernandes Pinheiro,**

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 203-220, mai. 2021.

Oswaldo Barbosa Ferreira Filho, Carlos Augusto Ramos Neves; Equipe Técnica por Marina Marques Dalla Costa [et. Al.]. Brasília: DNPM, 2016.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Portaria nº 374, de 1º outubro de 2009**. Norma Técnica que dispõe sobre as especificações técnicas para o aproveitamento de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa, destinadas ao envase ou como ingrediente para o preparo de bebidas em geral ou ainda destinada para fins balneários, em todo o território nacional, revoga a Portaria nº 222, de 28 de julho de 1997, publicada no D.O.U. de 08 de agosto de 1997, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 07 jan 2019.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.html>. Acesso em: 05 jan 2019.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 07 jan 2019

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**. São Paulo, Cultrix, 1982.

CAPRA, F.; LUISI, P. L. **A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Cultrix, 2014.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Circular Economy**. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>>. 2018. Acesso em 08 de março de 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization Of The United Nations World Health Organization. Codex Alimentarius. Standard for natural mineral waters. In: **Codex Stan 108-1981**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/>>. Acesso em: 19 dez 2018.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. Strategies for Manufacturing. In: **Scientific American**, 261 (3): pp. 144-152. Disponível em: <<http://isfie.onefireplace.com/>>. Acesso em: 31 dez 2018.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Secretária de Planejamento e Gestão do Estado do Ceará. **Perfil Básico Municipal 2016**. Fortaleza – CE: IPCE, 2016. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/lpu_2016.pdf>. Acesso em: 30 dez 2018.

LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. In: **Journal of Cleaner Production**, 115, (2016), 36-51. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615018661>>. Acesso em: 30 dez 2018.

LIMA, C. C. **Industrialização da Água Mineral**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2003.

MACEDO, J. A. B. de. **Águas & águas**. 3. ed. rev. atual. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007.

RODRIGUEZ, J.; SILVA, E. **Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**: problemática, tendências e desafios. 5 Ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2017.

SAUVÉ, Sébastien; BERNARD, Sophie; SLOAN, Pamela. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. In: **Environmental Development**, v. 17. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464515300099>>. Acesso em: 31 dez 2018.

SEFAZ. Secretaria da Fazenda. **Instrução Normativa SEFAZ nº 40 DE 27/10/2015**. Estabelece procedimentos relativos ao recolhimento do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), incidente sobre operações com água mineral e água adicionada de sais, envasadas em embalagem de vinte litros, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao_normativa-40-2015-ce_306130.html>. Acesso em: 30 dez 2018.

SOUZA, M.J.N. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará**. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: FUNECE, 2000.