

Prospecção Tecnológica de Métodos e de Técnicas da Economia Circular Aplicados ao Desenvolvimento Econômico Sustentável

Technological Prospection of Circular Economy's Methods and Techniques Applied to the Sustainable Economic Development

Gabriel Fernandes Sales¹

Taís Soares de Carvalho¹

Tiago Oscar da Rosa²

Elias Lira do Santos Júnior²

Antonio Carlos de Francisco¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, Brasil

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, Brasil

Resumo

Em consequência dos diversos problemas ambientais enfrentados em todo o mundo, depara-se com a necessidade de desenvolver um ambiente em que haja uma constante harmonia entre a produção/consumo de bens materiais e o meio ambiente. Nesse contexto, a Economia Circular surge como um conceito inovador que visa a desenvolver estratégias para mitigar os efeitos gerados pela antiga economia linear a partir da criação de um ecossistema mais sustentável. O objetivo deste trabalho é realizar um levantamento prospectivo nas bases tecnológicas de patentes EPO, USPTO e INPI, baseado em palavras-chave associadas aos métodos e às técnicas da Economia Circular e sua aplicabilidade. Como resultado, foram encontradas 1.277 patentes em diversas áreas de estudos e de diferentes países. Posteriormente, observou-se um crescimento relevante na concessão de novas patentes ao longo dos últimos anos, motivado pela importância da criação de novas tecnologias que têm como intuito solucionar problemas ambientais que ocorrem em áreas ainda mais específicas.

Palavras-chave: Economia Circular. Desenvolvimento Sustentável. Patentes.

Abstract

As a result of the various environmental problems around the world, we face the need to develop a harmony between the production/consumption of material goods and the environment. In this context, Circular Economy emerges as an innovative concept aiming to develop strategies to mitigate the effects generated by the old linear economy, starting from the creation of a more sustainable ecosystem. The main objective of this research was to carry out a prospective survey on the technological bases of patents: EPO, USPTO and INPI, based on keywords associated with Circular Economy methods and techniques and their applicability. As a result, were found 1.277 patents in different research areas from some countries, subsequently, there has been a significant growth in the granting of new patents over the past few years, motivated by the importance of creating new technologies that aim to solve environmental problems that occur in even more specific areas.

Keywords: Circular Economy. Sustainable Development. Patents.

Área Tecnológica: Ciências Ambientais. Engenharia. Desenvolvimento Sustentável.



1 Introdução

O avanço para um desenvolvimento econômico está frequentemente relacionado com a necessidade da exploração de recursos naturais, o qual pode comprometer a segurança e causar desequilíbrio ao meio ambiente. De acordo com Canu (2017), a utilização do modelo linear baseado na extração, no processamento, na utilização e no descarte de produtos e de materiais impulsiona a geração de resíduos que não podem ser reutilizados e que são destinados a lugares inapropriados, prejudicando o meio ambiente.

Para Nunes (2018), o modelo linear vem sendo utilizado desde a Revolução Industrial e não traz como princípio a reutilização e o reaproveitamento dos materiais, que, posteriormente, são descartados como resíduos. Atualmente, todos os produtos possuem um ciclo de vida linear, ou seja, passam pela extração de recursos, processamento, venda, utilização e pelo descarte, inviabilizando o reaproveitamento e a valorização dos resíduos.

Com o crescimento populacional, os avanços de novas tecnologias e a elevada produção em massa ocasionam cada vez mais um excessivo consumo. Este estimula a extração de recursos naturais que, de forma intensiva, colabora com a alta geração de resíduos presentes no meio ambiente. Um desafio atual é relacionar e harmonizar a produção com a sustentabilidade, tendo em vista que ambos precisam possuir o mesmo objetivo, o qual consiste em obter um desenvolvimento econômico, sustentável e social balanceado.

De acordo com a Ellen MacArthur Foundation (EMF, 2015), são realizados avanços experimentais de novas tecnologias a fim de aumentar a eficiência dos recursos naturais, todavia, isso ainda é insuficiente devido à priorização do consumo e pelo fato de não haver a restauração dos recursos iniciais. O sistema linear possui alguns fatores que indicam fragilidade, causando perdas dentro da cadeia de valor. Assim, a transição de um modelo linear para um modelo circular vem sendo cada vez mais analisada e documentada, visto que a aplicação de uma Economia Circular é uma estratégia para essa mudança.

Desse modo, destaca-se que a Economia Circular se torna um caminho interessante que procura a redefinição da ideia de crescimento, focando nos benefícios para todos percebidos como comunidade. Isso consiste em dissociar a atividade econômica de utilização de recursos finitos e em extinguir resíduos do processo por princípio. Tal prática está atrelada a uma mudança para fontes de energia renovável, uso mais eficiente de produtos e regeneração dos sistemas naturais (EMF, 2017).

A Economia Circular não se baseia em apenas coletas seletivas e tentativas individuais para reduzir a geração de resíduos. Bonciu (2014) aclara que a Economia Circular implica dois pontos: o primeiro é a finalização do descarte realizado pela sociedade; e o segundo é a modificação do método *make, use, dispose* (fazer, usar e descartar), para o método *re-use and recycling* (reutilizar e reciclar), proporcionando o fechamento do ciclo dos produtos por meio da circularidade dos processos.

Além disso, a aplicação da Economia Circular envolve também a criação de novos paradigmas e uma nova forma de pensar. Há quatro estágios importantes que uma empresa pode realizar para associar a Economia Circular, sendo estas: *design* de produto mais eficaz, novos modelos de negócio inovadores, redes reversas globais de produção e condições de habilitação que favoreçam a conscientização e a aplicação (EMF, 2013).

A Economia Circular preserva o valor acrescentado aos produtos durante o maior tempo possível e tem como objetivo eliminar todos os resíduos. Os recursos são retidos na economia quando um produto atinge o fim da sua vida, de forma que eles permaneçam em seu uso produtivo e criem mais valor (EUROPEAN COMMISSION, 2014, p. 1).

De acordo com a Fundação Ellen MacArthur (EMF, 2013), a Economia Circular promove mudanças sistêmicas a longo prazo para que possa, além de trazer benefícios à redução dos impactos da Economia Linear, criar oportunidades econômicas, ambientais e sociais. O objetivo é garantir que as matérias-primas, produtos e recursos se conservem dentro do ciclo produtivo o máximo de tempo possível, permitindo que o indicador de desenvolvimento não fique situado apenas no consumo de produtos acabados (CANU, 2017).

Para que a Economia Circular possa ser aplicada de forma mais eficiente, é importante entender alguns outros fatores-chave que viabilizam sua implementação nos mais diversos setores, denominados estratégias da Economia Circular, tais fatores são: biomimética, *design* regenerativo, economia de *performance*, *Cradle to Cradle* (berço ao berço), *eco design*, ecologia industrial, fechamento do ciclo da cadeia de suprimentos, otimização da produção, consumo colaborativo, serviços de produtos, entre outras metodologias.

Já quanto às questões que remetem à propriedade intelectual e às patentes, Canalli e Silva (2019) apontam uma relevância quando se refere à complexidade do desenvolvimento tecnocientífico. O sistema de patentes, além de incentivar a aplicação, a criação e a inovação de novos produtos, estimula cientistas a explorarem novas descobertas e a continuarem suas pesquisas a fim de impulsionar um desenvolvimento tecnológico, beneficiando a sociedade e o meio em que se vive.

Para motivar o desenvolvimento de propriedade intelectual e o melhoramento da gestão de inovação, devem ser incorporadas em instituições de ensino ferramentas e habilidades para a execução de uma Prospecção Tecnológica. Tal iniciativa auxiliaria para que as prospecções se tornassem ferramentas rotineiras que influenciam nos processos de decisões das empresas e aumentam o senso crítico no ponto de vista tecnológico, como nas oportunidades e em gargalos relacionadas aos aspectos de energia, meio ambiente, entre outras áreas (QUINTELLA *et al.*, 2011).

Diante do exposto, ressalta-se que o estudo prospectivo realizado neste trabalho tem como objetivo a coleta de dados e a análise bibliométrica de patentes relacionadas à Economia Circular e sua aplicabilidade em prol do desenvolvimento sustentável. Pretende-se identificar o panorama atual das inovações em diferentes setores e, também, proporcionar um progresso no desenvolvimento de novas patentes na área de estudo.

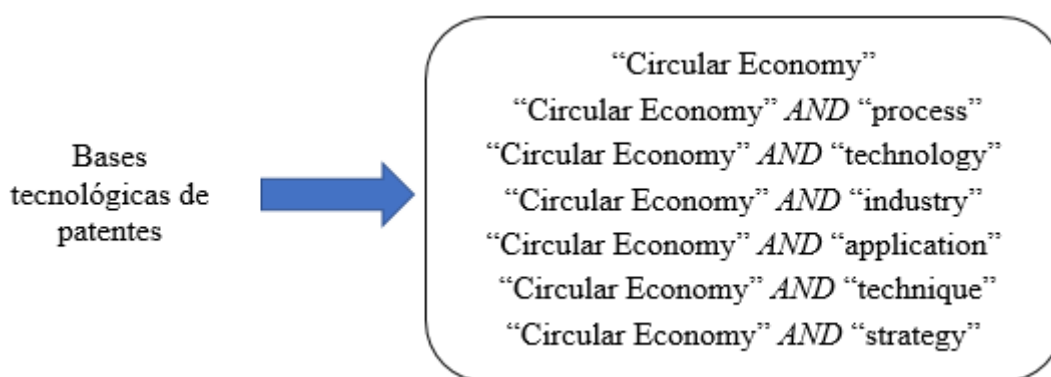
2 Metodologia

O levantamento patentário sobre a temática da Economia Circular e seus métodos e técnicas foi realizado em três bases tecnológicas: European Patent Office (EPO, 2019), United States Patent and Trademark Office (USPTO, 2019) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI, 2019), com a finalidade de encontrar as principais patentes concedidas nos diversos setores da economia.

Em todas as bases de dados utilizadas foram empregados recursos de busca avançada, com o propósito de encontrar as palavras-chave pesquisadas contidas nos títulos e/ou nos resumos do material prospectado. Já para a associação dos termos, utilizou-se aspas e o conector booleano “AND” para localizar as patentes de maior relevância para este estudo. No caso das bases tecnológicas EPO e USPTO, foram pesquisadas palavras-chave em inglês pelo fato de ser a língua oficial das patentes publicadas, enquanto no INPI foram utilizados os termos em português para que fossem encontrados melhores resultados.

Assim, na busca em português, pesquisou-se pelas seguintes palavras-chave: “Economia Circular”, “Economia Circular” AND “processo”, “Economia Circular” AND “tecnologia”, “Economia Circular” AND “indústria”, “Economia Circular” AND “aplicação”, “Economia Circular” AND “técnica” e “Economia Circular” AND “estratégia”. Já, em inglês, buscou-se as palavras-chave equivalentes de acordo com os dados apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Palavras-chave prospectadas em inglês nas respectivas bases tecnológicas de patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2019)

Os dados das patentes encontradas foram descarregados em planilhas do Microsoft Excel® para posteriores estudos, analisando-se o quantitativo de patentes, os títulos, os inventores, o ano de publicação, os países de origens, a Classificação Internacional de Patentes (CIP), as seções e classes de cada CIP atrelada às patentes e, por fim, os principais depositantes.

3 Resultados e Discussão

O termo “Economia Circular” vem se tornando cada vez mais relevante ao longo dos últimos anos e seu destaque está se expandindo mundialmente devido ao desafio mundial empregado com o objetivo de desenvolver possíveis soluções para os problemas ambientais enfrentados. O assunto em si visa a um novo modelo no qual todas as etapas do processo passam por modificações estratégicas em seu sistema funcional, objetivando não apenas uma mudança na forma de consumo e/ou descartes dos produtos, mas também em toda a cadeia produtiva econômica e ambiental.

Como resultado das pesquisas das palavras-chave “Economia Circular” e “Circular Economy”, foram encontradas 1.277 patentes, sendo 1.253 na base EPO; 20 patentes na USPTO e quatro no INPI. Porém, devido a uma limitação do sistema da EPO, só foi possível ter acesso livre aos 500 primeiros resultados de patentes, sendo indicada a aplicação de novos filtros e/

ou palavras-chave mais específicas. Dessa forma, optou-se por realizar os estudos prospectivos sobre os resultados individuais das demais palavras-chave combinadas pelo indicador “AND”, resultando em um total de 979 patentes entre as seis palavras-chave pesquisadas nas diferentes bases de dados, como está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado quantitativo das patentes nas bases tecnológicas

PALAVRAS-CHAVES	EPO	USPTO	INPI	TOTAL
"Circular Economy"	1253	20	4	1277
"Circular Economy" AND "process"	429	17	3	449
"Circular Economy" AND "technology"	172	14	0	186
"Circular Economy" AND "industry"	132	13	0	145
"Circular Economy" AND "application"	126	18	0	144
"Circular Economy" AND "technique"	36	4	1	41
"Circular Economy" AND "strategy"	13	1	0	14

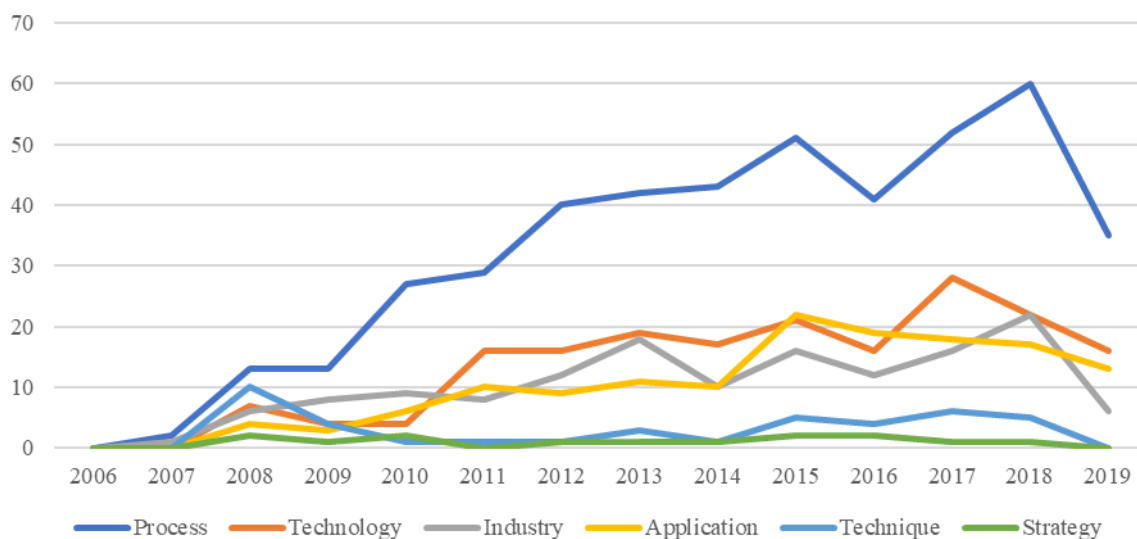
Fonte: EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

Com relação aos demais termos pesquisados nas bases tecnológicas, nenhum deles apresentou resultado superior a 500 patentes, possibilitando a obtenção dos dados em sua totalidade. Ressalta-se, ainda, que os resultados obtidos nesses termos formam subconjuntos das patentes encontradas nas buscas por “Economia Circular” ou “*Circular Economy*”, demonstrando a relevância dos termos mais específicos e eliminando os resultados mais globais.

Assim, os termos combinados que apresentaram maior relevância no quantitativo de patentes foram: “processo”, “tecnologia” e “indústria”, com 449, 186 e 145 patentes, respectivamente. A pertinência entre essas três principais palavras-chave pesquisadas pode ser explicada devido à atualidade dos estudos em inovações tecnológicas em prol do desenvolvimento sustentável. Para alcançar uma real circularidade no sistema em que vivemos hoje, é necessário que haja uma nova concepção dos processos industriais a partir do desenvolvimento de novas tecnologias, possibilitando a transição dos modelos atuais para exemplos mais eficazes e menos prejudiciais à natureza e seus recursos.

Já os demais termos que apresentaram resultados menos expressivos, por exemplo, “aplicação” (126), “técnica” (36) e “estratégia” (13), possibilitaram notar que ainda há uma certa limitação para a aplicação da Economia Circular, principalmente em setores mais tradicionais e com grande complexidade na sua cadeia produtiva. Além disso, não existe uma técnica uniforme que viabilize a aplicação desse novo conceito, pois, em qualquer tipologia industrial, o desenvolvimento sustentável não depende apenas da criação de estratégias tecnológicas para os sistemas produtivos, de suas matérias-primas e resíduos, mas também está relacionado com um ambiente colaborativo por meio de incentivos governamentais, industriais e da classe consumidora.

No que se refere ao ano de publicação das patentes pesquisadas, foi realizada uma análise de acordo com a quantidade de publicação anual de cada uma das palavras-chave. Na Figura 2, é possível identificar que a publicação de novas patentes referentes ao tema desta pesquisa teve início no ano de 2006, quando é possível observar um crescimento ao longo dos anos até o presente.

Figura 2 – Distribuição anual das patentes de acordo com as palavras-chave

Fonte: Adaptada de EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

Para as buscas combinadas com “processo” e “indústria”, os maiores resultados foram no ano de 2018, com 60 e 22 patentes, respectivamente. A busca por “tecnologia” apresentou seu maior quantitativo no ano de 2017, com 28 patentes, e “aplicação” teve o melhor resultado em 2015, com 22 patentes. Já nas categorias “técnica” e “estratégia”, as publicações de patentes foram mais uniformes pelo fato de ter poucas patentes concedidas, considerando-se um crescimento significativo para o termo “técnica” nos anos de 2016 a 2018.

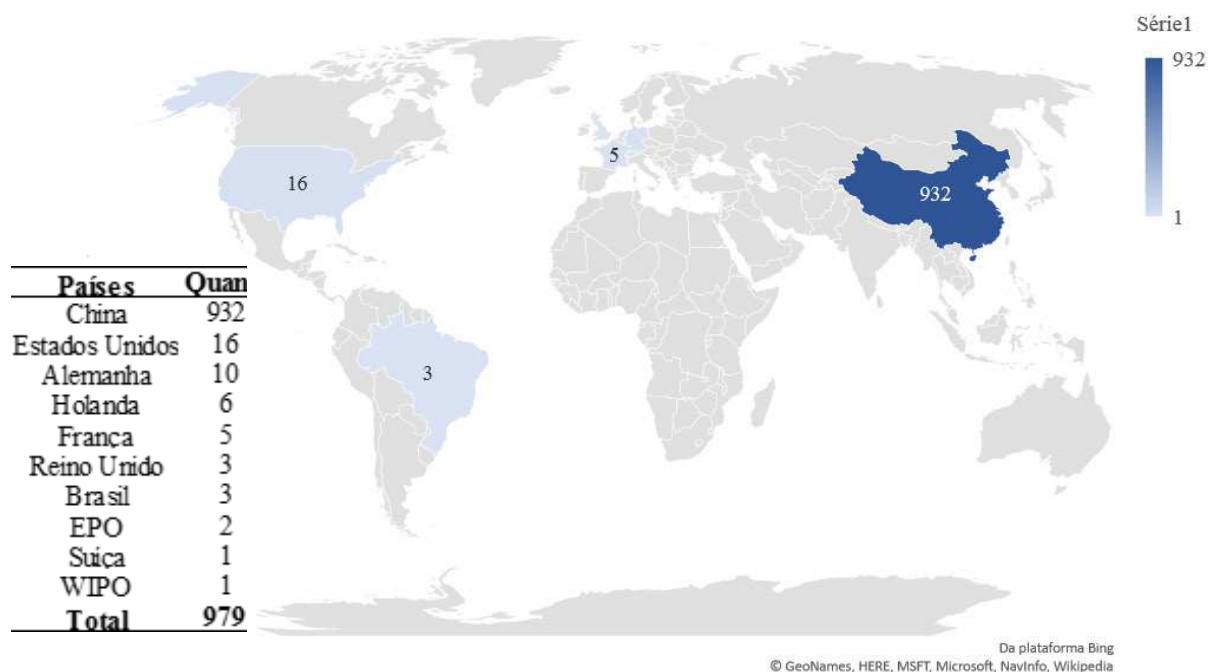
Ao equiparar o conjunto das seis palavras-chave deste estudo, foi possível observar um considerável crescimento de patentes concedidas entre 2009, 2010 e nos anos subsequentes, uma vez que o termo “Economia Circular” foi usado de forma mais objetiva pela Fundação Ellen MacArthur nesse período. Então, em 2010, a Economia Circular passou a ser uma proposta mundial em prol do efetivo crescimento e do desenvolvimento econômico sustentável até 2030 (metas para o milênio), substituindo o uso de termos como “logística reversa” e “reciclagem” para um novo conceito mais abrangente que envolve toda uma cadeia de insumos, de processos produtivos, de produtos e de resíduos.

Com isso, este tema tem ganhado cada vez mais relevância nos dias atuais por meio de pesquisas científicas e tecnológicas que buscam soluções, ferramentas e ações em direção à mitigação de problemas ambientais enfrentados pela sociedade moderna, por exemplo, o aquecimento global, os resíduos plásticos nos oceanos, a poluição do ar, a excessiva extração de recursos naturais, entre outros.

Os resultados referentes ao ano de 2019 não foram contabilizados em sua totalidade, visto que, à época do fechamento deste trabalho, ainda, não tinham sido registrados. Assim sendo, aponta-se para uma elevada expectativa frente aos resultados do citado ano, o que alçaria 2019 a patamares de maior divulgação científica e concessões de patentes, provavelmente, alavancadas pelo bom momento econômico que o setor científico tecnológico vinha vivenciando.

Outra análise realizada a partir dos dados das patentes encontradas foi a identificação dos países de origem, apesar de os escritórios de patentes utilizados nas pesquisas serem bases da Europa, Estados Unidos e Brasil, as patentes publicadas são provenientes de diversos países do mundo, como mostra a distribuição no mapa da Figura 3.

Figura 3 – Distribuição espacial dos depositantes de patentes



Fonte: Adaptada de EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

O país com a maior número de patentes é a China, com 932 concessões. Desde o tratado de Kyoto, a China tem se mostrado favorável às decisões globais em medidas ambientais, como a redução de gases do efeito estufa e de poluição. Além disso, o país vem passando por uma grande etapa de desenvolvimento de sua economia, criando investimentos em infraestrutura e mobilidade e pensando no avanço social e ambiental. Ainda é possível citar alguns planos de ações e políticas chinesas para o desenvolvimento sustentável, como é o exemplo do “2020 Action Plan”, que estabelece medidas para a redução de emissões de gases de efeito estufa.

Já os demais países apresentaram resultados bastante inferiores quando comparados com a China, sendo os principais: Estados Unidos (16), Alemanha (10), Holanda (6), França (5), Reino Unido (3) e Suíça (1). Os EUA, por ser um país desenvolvido e mais atento às questões ambientais causadas pelas grandes indústrias, possuem apenas 16 patentes, que não representam diretamente um interesse na Economia Circular, diferente da China e da Europa que possuem estratégias específicas de governo. Os demais países detentores de patentes são países europeus, demonstrando a importância do crescimento sustentável nesse continente, tendo em vista que os conceitos da Economia Circular estão presentes nos planos de desenvolvimento estratégico da União Europeia desde seu lançamento com metas para 2020 e 2030, interesse que é refletido no expressivo resultado quando se faz buscas na base EPO.

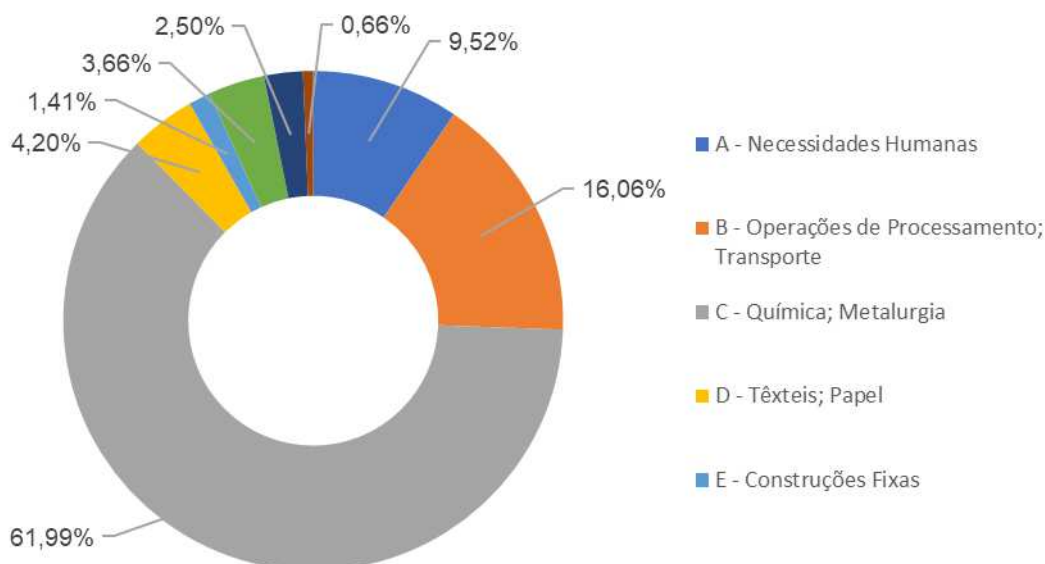
O Brasil também apresentou três patentes concedidas na base INPI, apesar de ser um número muito pequeno em relação aos outros países, isso indica uma ligeira dificuldade com longos processos de concessão de patentes, que podem demorar anos. Em pesquisas paralelas, é possível notar que o Brasil possui diversas outras medidas relacionadas à Economia Circular, com o objetivo no desenvolvimento sustentável, principalmente em projetos e em estudos nessa área. Por exemplo, um setor que vem se destacando nesse conceito é o agronegócio, já

que esse setor possui diversas oportunidades de prosperidade na bioenergia, nos fertilizantes e nos resíduos agroindustriais.

Todas as patentes concedidas recebem um código de Classificação Internacional de Patentes (CIP), independentemente do país e da base de dados publicada. Esse código serve para identificar a área tecnológica da patente e a que determinada concessão se refere. A CIP é subdividida em seções, classes, subclasses e grupos do sistema hierárquico, além disso, cada letra ou número possui um significado no sistema, conforme pode-se analisar nos gráficos posteriores.

Destaca-se que uma patente pode receber mais de uma classificação CIP por poder abranger mais de uma área de pesquisa. Assim, em todas as patentes encontradas foram identificadas 3.194 CIPs entre as diversas áreas do conhecimento. Para facilitar a identificação das CIPs, foi realizada a separação de acordo com as seções tecnológicas de A a H, que está apresentada no gráfico da Figura 4.

Figura 4 – Classificação das patentes de acordo com as seções da CIP



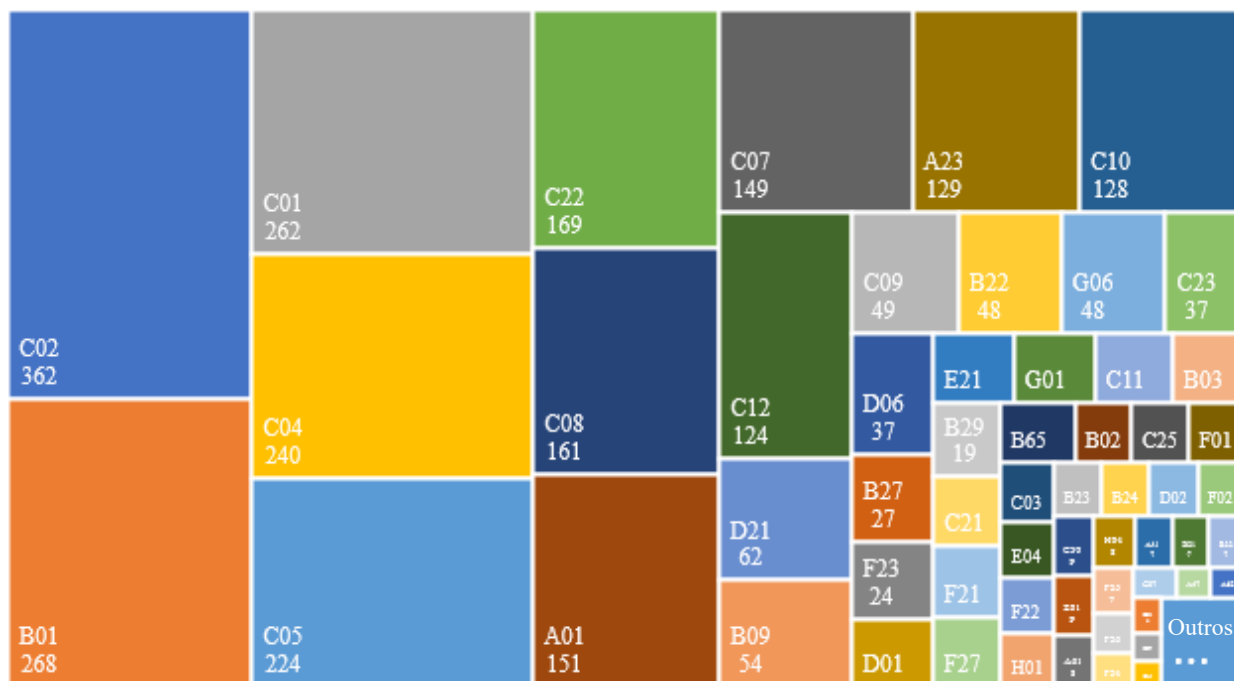
Fonte: Adaptada de EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

A maioria dos códigos CIP (61,99% ou 1.980) está classificada na Seção C, na qual aborda inovações tecnológicas no setor de química e metalurgia, ou seja, esses códigos estão mais relacionados aos processos de transformação química e a novas tecnologias para processos específicos dessa área. Sucessivamente, a seção B foi a que apresentou o segundo maior resultado (16,06% ou 513 CIP), essa seção aborda inovações com operações de processamento e transporte, relacionando-se diretamente com novos processos de fabricação e com novas formas de escoamento de produtos, matérias-primas e resíduos.

Já as demais seções apresentaram resultados um pouco menos relevantes, sendo a seção A – necessidades humanas – com 9,52% ou 304 CIPs e seção D – têxteis e papel – com 4,2% ou 134 CIPs. Quanto às demais seções F, G, E e H, os resultados apontaram 3,66%, 2,5%, 1,41%, 0,66%, respectivamente. Tais dados apontam que algumas áreas ainda possuem ligeira dificuldade em relação ao desenvolvimento e à implantação deste novo modelo econômico.

A segunda análise realizada foi a separação quanto às classes da CIP, que classificam as patentes em áreas um pouco mais específicas de sua abrangência. Assim, foram encontradas patentes em 75 diferentes classes e, posteriormente, apresentadas no gráfico de árvore da Figura 5, na qual é possível identificar a maior quantidade de dados hierarquicamente estruturados em retângulos dimensionados. É perceptível que apenas 14 classes representam aproximadamente 77,7% das CIPs estudadas.

Figura 5 – Classificação das patentes de acordo com as classes da CIP



Fonte: Adaptada de EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

Nota-se que cada classe da CIP apresentada no gráfico acima tem uma subárea de atuação dentro da respectiva seção. Destaca-se a classe C02 com o maior quantitativo de patentes (362). Tal classe representa patentes relacionadas com desenvolvimentos tecnológicos em tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos, assunto que vem sendo abordado com foco em novas formas de reutilização da água no processo produtivo e no tratamento para disposição de efluentes, tendo em vista a crise hídrica e a escassez desse recurso natural que aumentam ao longo dos anos e exigem estudos profundos para que se encontre a solução ou a mitigação da falta do mesmo.

A segunda classe com o maior número de patentes foi a B01 com um total de 268 patentes, classificada na área de processos ou aparelhos físicos ou químicos em geral, posição que demonstra uma busca por novas tecnologias e ferramentas que podem tornar os processos industriais mais rápidos, eficazes e economicamente mais viáveis para as empresas.

Já as demais classes que apresentaram resultados relevantes foram: C01 na área de inovações de química inorgânica com 262 patentes; C04 com 240 patentes relacionadas com cimento, concreto, pedra artificial, cerâmica e refratários; e C05 com 224 patentes referentes a processos no setor de fertilizante e sua fabricação. As seguintes classes: C22, C08, A01, C07, A23, C10 e C12, apresentaram resultados superiores a 100, demonstrando significativa relevância para esta pesquisa.

Por fim, cada uma das 63 demais classes na sequência do gráfico da Figura 5 possui uma determinada área de pesquisa que está disponível para consulta na classificação geral de CIPs, acessível *on-line* no *site* do INPI.

Posteriormente, foi construída uma tabela que possibilitou classificar as principais CIPs das patentes trabalhadas de acordo com as suas subclasses. Nesse caso, foram encontradas 1.200 classificações distintas dentro do total analisado, que, posteriormente, foram agrupadas de acordo com a quantidade que foi revelada nos dados apresentados em forma de *ranking* com os 15 principais, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – *Ranking* das 15 CIPs mais frequentes entre as patentes

CIPs	CLASSIFICAÇÃO	QUANT.
C05G3/00	Misturas de um ou mais fertilizantes com aditivos sem atividades especificamente fertilizantes	36
C02F9/14	Tratamento em múltiplos estágios de água, águas residuais ou esgotos, com pelo menos uma etapa sendo um tratamento biológico	34
B09B3/00	Destruição de lixo sólido ou transformação de lixo sólido em algo de útil ou inofensivo	31
A01G1/04	Horticultura; Cultivo de vegetais: Cultivo de cogumelos	28
C05F17/00	Preparação de fertilizantes caracterizados pela etapa de compostagem	24
B01D53/78	Separação de gases ou vapores; Recuperação de vapores de solventes voláteis de gases; Purificação química ou biológica de gases residuais, com contato gás-líquido	22
C05G1/00	Misturas de fertilizantes pertencendo individualmente a diversas subclasses da classe C05	22
C02F1/28	Tratamento de água, águas residuais, ou de esgotos: por sorção	21
C22B7/00	Processamento de matérias-primas outras que não minérios p. ex. sucata, a fim de produzir metais não ferrosos ou seus compostos	21
B01D53/50	Separação de gases ou vapores; Recuperação de vapores de solventes voláteis a partir dos gases; Purificação química ou biológica de gases de exaustão: Óxidos de enxofre	19
C02F1/52	Tratamento de água, águas residuais, ou de esgotos: por floculação ou precipitação de impurezas suspensas	19
C04B28/00	Composições de argamassas, concreto, pedra artificial ou similares, contendo ligantes inorgânicos ou produtos de reação de um ligante inorgânico e um ligante orgânico	18
C01B17/74	Enxofre; seus compostos: Preparação	17
C05F3/00	Fertilizantes feitos de excremento humano ou de animais, por exemplo, estrume	17
C05G3/04	Misturas de um ou mais fertilizantes com aditivos sem atividades especificamente fertilizantes, Condicionadores de solo	17

Fonte: Adaptada de EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

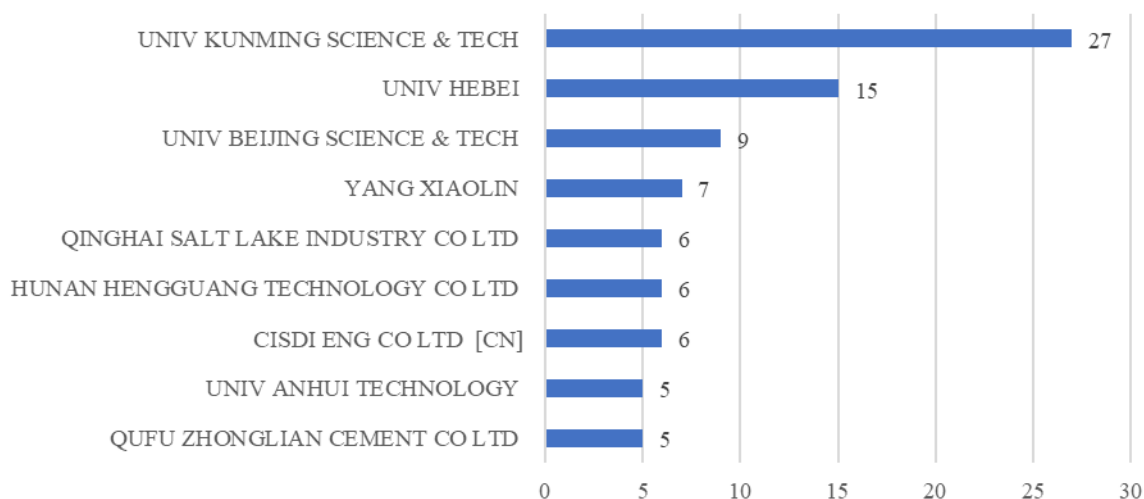
A classificação CIP de maior destaque foi C05G3/00, com 36 patentes. De acordo com a listagem de seções da CIP, nota-se que se tratam de patentes sobre misturas de um ou mais fertilizantes com substâncias sem atividades especificamente fertilizantes, ou seja, são patentes relacionadas com a área química e com a produção de fertilizantes para agricultura, setor muito presente em países como os Estados Unidos, China e Brasil devido às grandes produções de insumos agrícolas produzidos em larga escala nos territórios com expansivas áreas de cultivo, além de altas taxas de exportações para outros países que possuem a ausência desses produtos.

Já a segunda CIP que mais aparece entre os resultados foi a C02F9/14, com 34 patentes classificadas na seção de tratamento em múltiplos estágios de água, águas residuais ou esgotos com pelo menos uma etapa sendo por tratamento biológico. Essa CIP destaca-se dentro da classe C02 referente ao gráfico da Figura 5, enfatizando a importância de novas tecnologias ainda mais específicas, por exemplo, os processos biológicos para o tratamento de águas.

A terceira classificação com mais resultado foi B09B3/00, com 31 patentes relacionadas à destruição de lixo sólido ou à transformação de lixo sólido em algo de útil ou inofensivo, no qual se percebe que é possível o desenvolvimento de estudos e de inovações para o tratamento e a valorização dos resíduos a fim de transformá-los em novos recursos para outros processos, ou seja, um dos principais objetivos da Economia Circular para o desenvolvimento sustentável. Já a quarta posição da CIP possui uma classificação específica e está apresentada na Tabela 2.

Análogo às análises dos países que mais depositam as patentes na área, também foi possível identificar os principais depositantes de patentes nas principais bases pesquisadas, podendo classificá-los de acordo com a tipologia: empresas, pessoas físicas e academia. Na Figura 6, apresenta-se um ranking dos principais depositantes de acordo com o quantitativo de patentes encontradas.

Figura 6 – Ranking dos 10 principais depositantes de patentes



Fonte: Adaptada de EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

Nota-se que, entre todos os depositantes de patentes, as instituições que mais se destacaram na área da Economia Circular foram três universidades chinesas, ordenadas na seguinte escala: Kunming University of Science & Technology (KUST) com 27 depósitos; em seguida, Hebei University (HBU) com 15; e, em terceiro, a Beijing University of Science & Technology (USTB) com nove patentes. Tal classificação aponta evidentemente que a academia chinesa está orientada em direção à pesquisa e ao desenvolvimento de patentes nessa área e que está também à frente dos outros países, fator este que valida a situação de a China possuir uma grande estabilização no topo de depositantes de patentes.

A universidade Kunming Science & Technology está situada na província de Yunnan e foi considerada em 2017 uma das 100 melhores universidades de inovação na China. Além disso, a universidade se encontra em 29º lugar no ranking de publicações de patentes na China. A KUST possui centros de pesquisas de proteção ambiental, como recuperação de recursos de

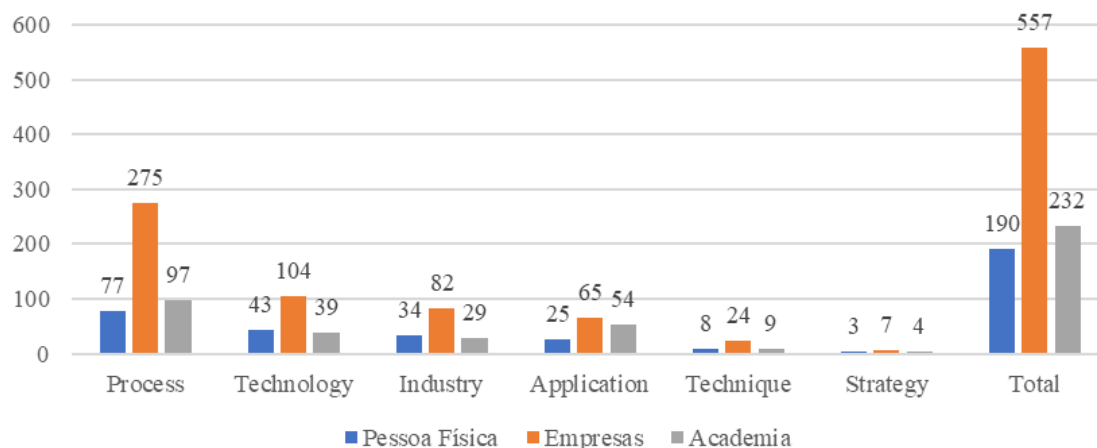
resíduos sólidos, recuperação de gases residuais das indústrias metalúrgicas e químicas, proteção ambiental de economia de energia metalúrgica e outros, explicando, assim, o número elevado de patentes na área. A segunda universidade com maior número de publicação, a HBU, está localizada na província de Hebei. A universidade investiu em mais de 20 laboratórios de engenharia, inovação e educação e realizou, desde 2012, cerca de 179 projetos de ciências sociais da China, além de conquistar cinco prêmios por realizações notáveis em pesquisas científicas. A terceira universidade classificada na publicação de patentes, a USTB, está situada em Pequim, essa instituição participa do investimento das pesquisas científicas e foi considerada uma das 500 melhores universidades do mundo em 2018. Desde 1978 até o final de 2018, a USTB solicitou 7.912 patentes, das quais 4.630 foram autorizadas.

Na sequência dos maiores depositantes de patentes, classifica-se uma pessoa física, Yang Xiaolin, com sete patentes depositadas em seu nome. Em seguida, estão três empresas/corporações chinesas relevantes neste estudo, com um total de seis depósitos cada uma.

Uma delas é a QingHai Salt Lake Industry Co. Ltd., localizada na cidade de Golmud, na província de Qinghai na China, essa empresa está envolvida com a fabricação de matérias-primas químicas e produtos químicos, atualmente, ela possui um centro de pesquisa de desenvolvimento de Economia Circular de nível empresarial. Já a empresa Hunan Hengguang Chemical Co., Ltd está localizada no distrito de Hongjiang na cidade de Huaihua, os principais setores de negócios incluem indústria de química básica e indústrias relacionadas a serviços de proteção ambiental. A empresa adere aos conceitos de Economia Circular e de proteção ambiental verde. Após a adesão do certificado do sistema de gestão ambiental ISO 14001, essa empresa foi considerada a empresa-piloto da Economia Circular. Incluso no *ranking* há a empresa CISDI Engineering Co., Ltd. com sede em Chongqing, e é responsável por projetos de engenharia, contratação de equipamentos coletivos e integração de produtores de aço. As patentes da empresa CISDI somam cerca de 1.700 concessões, além de muitas conquistas/premiações nacionais e internacionais em esforços para um desenvolvimento de alta qualidade nos centros de pesquisa em engenharia

Por último, apresenta-se a Figura 7, na qual é possível analisar separadamente a quantidade de patentes depositadas pela academia (universidades e institutos), por pessoas físicas e por empresas (ou corporações) em relação às palavras-chave pesquisadas.

Figura 7 – Comparativo entre os tipos de depositantes de patentes de acordo com as palavras-chave



Fonte: Adaptada de EPO (2019), USPTO (2019) e INPI (2019)

Percebe-se que, em todos os casos, a tipologia com o maior número de depósitos está relacionada às empresas, com um total de 557 patentes. Posteriormente a academia com 232 patentes e pessoas físicas com 190 concessões. O considerável montante de depósitos de patentes realizados por parte das empresas se virtua em razão das organizações estarem buscando soluções em diversas áreas para melhorar seus processos por meio da Economia Circular, tal fator também vem sendo estimulado devido à necessidade de adequação para novas políticas públicas que anseiam desenvolvimento industrial ecologicamente correto e economicamente viável.

Além do mais, é possível identificar que a academia foi a segunda tipologia que mais desenvolveu novas patentes, pois, em quase todas as vertentes pesquisadas, foi obtido um bom resultado, reforçando o interesse por partes de pesquisadores em contribuir com pesquisas em desenvolvimentos tecnológicos nas áreas mais técnicas, por exemplo, a aplicação e os processos. Quanto à tipologia de pessoas físicas que mais depositaram, os melhores resultados foram nas categorias “tecnologia” e “indústria”, com resultados superiores aos da academia.

4 Considerações Finais

A Economia Circular é uma área relativamente nova e com conceitos inovadores. A conscientização referente ao consumo vem se modificando devido à implementação de diversas técnicas de produção que auxiliam no aumento do ciclo de vida do produto e na redução dos resíduos. Assim, o produto preserva o seu valor por um maior período de tempo e há uma certa facilidade na criação de novos produtos a partir de seus subprodutos.

A base conceitual da Economia Circular vem desenvolvendo, por meio de pesquisadores, o estudo e a análise de patentes que auxiliam a identificar e a avaliar diversas metodologias e ferramentas, que podem ser aplicadas em organizações a fim de compreender e de utilizar as práticas da Economia Circular. Apesar de se encontrar um número relevante de patentes já publicadas sobre o assunto, a maioria é de patentes que apresentam inovações para solucionar problemas pontuais em certos setores e processos, visando à aplicação da Economia Circular na área. Entretanto, ainda há uma certa dificuldade em encontrar patentes de novos modelos de negócios que viabilizem a Economia Circular em um setor em prol do desenvolvimento econômico do planeta.

Apesar de a temática sobre a Economia Circular ter sido lançada em 2010 como um desafio mundial para tornar o planeta mais sustentável, ainda há algumas dificuldades em suas aplicações, métodos e técnicas. É necessário que sejam realizadas ações do poder público para a implementação de práticas mais sustentáveis, além da conscientização da sociedade e das empresas privadas para que se responsabilizem e sejam mais eficientes e eficazes nas suas ações. Também se sugere que sejam feitos investimentos em modelos de negócios inovadores, mudando a forma de pensar sobre produzir e consumir.

5 Perspectivas Futuras

Espera-se que em um futuro próximo possamos desfrutar de novas formas de circularidade, tendo em vista que a Economia Circular vem se tornando mais frequente entre empresas,

organizações, instituições e formuladores de políticas públicas. A Economia Circular tem gerado diversas pesquisas de aplicação de novas metodologias em empresas e setores industriais, o que fará com que essa classe se comporte como um vetor de aplicação e de viabilização devido ao seu poder de influência na governança dos países e da população, que sentirão seu impacto, seja em termos de crescimento em números de emprego ou de resiliência no mercado de trabalho.

Sugere-se que sejam realizadas novas buscas sobre o tema, utilizando-se novas palavras-chave a fim de conseguir um amplo entendimento nas aplicações da Economia Circular, visto que a classificação das CIPs analisadas pode ainda gerar outras contribuições para o avanço em diversas áreas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), por isso, agradecemos pelo apoio disponibilizado para a realização desta pesquisa.

Referências

BONCIU, Florin. The European Economy: from a Linear to a Circular Economy. **Romanian Journal of European Affairs**, European, v. 14, n. 4, p. 78-91, 4 dez. 2014. Disponível em: <http://bit.ly/2WwuuQd>. Acesso: 20 nov. 2019

CANALLI, Waldemar Menezes; SILVA, Rildo Pereira da. **Uma breve história das patentes**: analogias entre ciência/tecnologia e trabalho intelectual/trabalho operacional. [2019]. Disponível em: <http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh4/trabalhos/Waldemar%20Canalli.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.

CANU, Mauricio E. **Economia Circular y Sostenibilidad**: nuevos enfoques para la creación de valor. Santiago de Chile: Createspace, 2017.

EMF – ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia circular**: o conceito de uma economia circular. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2UKzDSn>. Acesso em: 1º dez. 2019.

EMF – ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Rumo à Economia Circular**: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015. Disponível em: <http://bit.ly/2XygQbN>. Acesso em: 1º dez. 2019.

EMF – ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy**: Opportunities for the consumer goods sector. Isle of Wight: EMF, 2013. v. 2. Disponível em: <http://bit.ly/2QUnHKc>. Acesso em: 3 dez. 2019.

EPO – EUROPEAN PATENT OFFICE. [Base de dados – Internet]. **Advanced Search**. 2019. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP. Acesso em: 26 jul. 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **Towards a Circular Economy**: a zero waste programme for Europe. Brussels: European Commission, 2014. Disponível em: <http://bit.ly/2K6vow8>. Acesso: 1º dez. 2019.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. [Base de dados – Internet]. **Pesquisa avançada**. 2019. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchAvancado.jsp>. Acesso em: 26 jul. 2019.

NUNES, Paulo. **Economia Linear**: conceito Economia Linear. 2018. Disponível em: <https://goo.gl/bd53tL>. Acesso em: 1º dez. 2019.

QUINTELLA, Cristina M. *et al.* Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e tecnologia para se chegar à inovação. **Revista Virtual de Química**, Bahia, v. 3, n. 5, p. 406-415, nov. 2011.

USPTO – UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. [Base de dados – Internet]. **Advanced Search**. 2019. Disponível em: <https://www.uspto.gov/patents-application-process/search-patents>. Acesso em: 26 jul. 2019.

Sobre os Autores

Gabriel Fernandes Sales

E-mail: gabrielfernandessales@gmail.com

Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-MD) 2020.

Endereço profissional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PG) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Rua Doutor Washington Subtil Chueire, n. 330, Jardim Carvalho, Ponta Grossa, PR. CEP: 84017-220.

Taís Soares de Carvalho

E-mail: tais.soares23@hotmail.com

Bacharela em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-MD) em 2021.

Endereço profissional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PG) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Rua Doutor Washington Subtil Chueire, n. 330, Jardim Carvalho, Ponta Grossa, PR. CEP: 84017-220.

Tiago Oscar da Rosa

E-mail: tiagooscar7@gmail.com

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-MD).

Endereço profissional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-MD) – Departamento de Engenharia Ambiental (DAAMB), Av. Brasil, n. 4.232, Independência, Medianeira, PR. CEP: 85884-000.

Elias Lira do Santos Júnior

E-mail: eliasjunior@utfpr.edu.br

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE-TOLEDO) em 2019.

Endereço profissional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-MD) – Departamento de Engenharia Ambiental (DAAMB), Av. Brasil, n. 4.232, Independência, Medianeira, PR. CEP: 85884-000.

Antonio Carlos de Francisco

E-mail: acfrancisco@utfpr.edu.br

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2003.

Endereço profissional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PG) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Rua Doutor Washington Subtil Chueire, n. 330, Jardim Carvalho, Ponta Grossa, PR. CEP: 84017-220.