

IMPACTOS ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS DA RECICLAGEM DE POLÍMEROS E PNEUS INSERVÍVEIS

Rafael Augusto Guedes - rafael.ao.guedes@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Henrique Hideaki Koga - hideaki_koga@hotmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Pedro Carvalho Bento - pedro97vg@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Samuel Luiz Leite - samuk3010@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Nathália Gabrielly Souza - nathalia.gbrl@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Zulmara Virgínia de Carvalho - zvcarvalho@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Resumo – Com a grande busca por inovações sustentáveis atual, muitas oportunidades aparecem para empreendedores de diversas áreas. Este trabalho tem como propósito apresentar uma das várias melhorias que podem ser fabricadas a partir da reciclagem de polímeros e pneus inservíveis, que é o asfalto borracha fabricado com esses materiais, apresentando os principais players e aqueles que possuem maiores patentes desse mercado. Com essa finalidade, foi efetuado estudos sobre esse produto assim como os mercados e as políticas de *catching-up* que ele pertence dentro e fora do Brasil. Dessa forma o potencial compreendido por esse produto foi uma saída adequada para a reutilização de insumos antes sem propósito e para a moderar a remoção de vários outros.

Palavras-chave – polímeros, pneus inservíveis, asfalto borracha, reciclagem.

Abstract – With today's strong search for sustainable innovation, many opportunities appear for entrepreneurs in many fields. The purpose of this paper is to present one of several improvements that can be made from the recycling of waste tires and polymers, which is the rubber asphalt made from these materials, presenting the main players and those with the highest patents in this market. For this purpose, studies were conducted on this product as well as the markets and catching-up policies that it belongs to inside and outside Brazil. Thus the potential understood by this product was a proper outlet for the reuse of inputs (formerly without purpose) and for moderating the removal of several others.

Keywords – polymers, unusable tires, rubber asphalt, recycling.

1. INTRODUÇÃO

Em 1972 na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, mais conhecida como conferência de Estocolmo, foi oficialmente declarado o termo desenvolvimento sustentável. Tal ato foi de suma importância, pois, pela primeira vez uniu as ideias de desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais. Um pouco depois, na Rio 92 foi lançado um documento chamado Agenda 21, assinado por 179 países, que nada mais é do que um plano de ação que visa a implementação de políticas de desenvolvimento sustentável.

Atualmente, com a crescente escassez dos recursos naturais, nunca foi tão importante o desenvolvimento de tecnologias que supram as necessidades da sociedade sem que isso afete negativamente as gerações futuras.

Ademais tem-se a questão do equilíbrio da tríplice hélice, que são as instituições científicas e tecnológicas, o governo e as empresas. A interação dessas três hélices atuando de forma cooperativa e interdependente que faz com que as tecnologias se tornem de fato inovação. Sabemos que essa estabilidade ainda não foi alcançada no Brasil e por isso ainda temos um longo caminho a percorrer para se tornar um país de fato inovador.

Tendo em vista todos esses aspectos, este trabalho tem como objeto de estudo o desenvolvimento científico e tecnológico de planta de reciclagem de pneus inservíveis e reúso de polímeros, tendo como enfoque

o asfalto borracha. Embora essa pesquisa já tenha entrado no campo mercadológico, ela ainda não é usada em larga escala. Haja vista estas questões, foram discutidos os benefícios econômicos e ambientais, como também uma análise dos mercados envolvidos e estratégias de inovação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. POLÍTICAS DE CATCHING-UP

De acordo com o pensamento econômico neoschumpeteriano, a evolução histórica do capitalismo se forma a partir de revoluções tecnológicas, que demandam reorganização da estrutura produtiva de diversos segmentos econômicos. A apropriação do paradigma tecnológico vigente tem impactos diretos na dinâmica econômica das nações.

Um novo paradigma tecnoeconômico abre novas oportunidades para alguns países tomarem a liderança do desenvolvimento (*forging ahead*) e para outros se emparelharem (*catching up*) com países mais desenvolvidos. (AREND e FONSECA (2012))

Nessa direção, a partir da abordagem *catching up* as políticas possuem a missão de reduzir os hiatos de crescimento econômico, entre países tecnologicamente consolidados e dependentes. Dentro do escopo de políticas públicas e na esfera industrial, as políticas de *catching up* está centrada em estratégias de otimização de recursos de produção tangíveis e intangíveis com vistas à redimensionar o desempenho dos agentes econômicos em um determinado espaço nacional (FERRAZ et al., 2002). A ação se desdobra na esfera de políticas de ciência, tecnologia e inovação por meio de iniciativas voltadas ao apoio, expansão e adensamento da produção de conhecimento científico e tecnológico.

Uma das mais eficazes estratégias de reorganização da estrutura produtiva voltada à apropriação de tendências tecnológicas é o incentivo da interação universidade, empresas e governos, conhecida com Tríplice Hélice (3H).

3. METODOLOGIA

Pesquisas exploratórias acerca do asfalto de borracha foram realizadas. Adicionalmente, o banco patentário foi consultado para extrair as respectivas patentes existentes no mundo sobre determinada mercadoria.

Durante o artigo foram citados ainda leis que podem impulsionar o mercado de asfalto borracha no Brasil, tais legislações foram comparadas com outras existentes em alguns países líderes, tanto mercadológicos quanto patentários, nesse produto que se encontra em análise. Tais regulamentos foram encontrados em artigos eletrônicos e em sites especializados, como no AEVO que é uma plataforma de gestão de inovação que auxilia na inovação de empresas e a conquistar colaboradores, outro meio utilizado foi o Senado Notícias que é voltado, como o próprio nome sugere, à divulgação de informações de relevância pública sobre atividades do Senado e do Congresso Nacional.

4. O CENÁRIO CIENTÍFICO-MERCADOLÓGICO DA RECICLAGEM DE POLÍMEROS E PNEUS INSERVÍVEIS

A. PRINCIPAIS PLAYERS

A estrutura de mercado do asfalto ecológico é caracterizada como oligopólio, visto que, já existem algumas poucas empresas que o produzem, como a Greca, CBB, Emam, entre outras. Mesmo sendo 30% mais caro que o asfalto convencional, o asfalto borracha possui uma durabilidade 40% maior que o convencional e ainda gera uma economia de petróleo (R\$ 14 milhões/1.000 km em asfalto), pedras (R\$26 milhões /1.000 km), energia (R\$ 10 milhões/1.000 km em transporte), tempo de viagens (25 milhões veículos/ano) e de aterros sanitários (R\$ 8 milhões/ 1.000 km) (BETUSEAL, 2019).

A Lei n.º 9.478/1997 (Lei do Petróleo) permitiu que outras empresas (estabelecidas sob as leis brasileiras e com sede localizada no Brasil), além da Petrobras, passassem a atuar em todos os processos de produção do petróleo, gerando um oligopólio, e por se tratar dessa estrutura de mercado, os produtos necessitam de certificação e o mercado é regulamentado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (CRUZ; SARMENTO; MOREIRA, 2019).

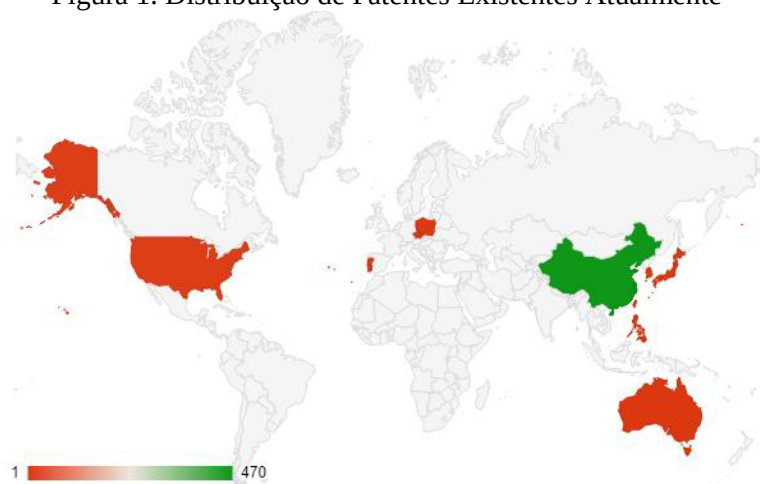
De acordo com o Observatório de Complexidade Econômica do MIT (The Observatory of Economic Complexity – OEC), a taxa de importação e exportação de pneus de borracha usados (principal matéria prima do asfalto borracha) no Brasil é de, respectivamente, US \$ 7,08 milhões e US \$ 73,6 milhões. Os principais exportadores de pneus de borracha usados são Sri Lanka (US \$ 352 milhões) e a Alemanha (US \$ 272 milhões), já os principais importadores são os Estados Unidos (US \$ 183 milhões) e a Alemanha (US \$ 208 milhões), o mercado mundial movimenta em torno de US \$2,48 bilhões na exportação e também US \$2,48 bilhões na importação.

No que diz respeito à movimentação por ano e às empresas líderes de asfalto, segundo o OEC, os principais exportadores são os Estados Unidos (US \$ 380 milhões) e o Canadá (US \$ 233 milhões), assim como na importação, porém, o Canadá (US \$ 304 milhões) está à frente dos Estados Unidos (US \$ 270 milhões). Já o Brasil exporta US \$ 5,55 milhões e importa US \$ 5,34 milhões, ao todo o mercado mundial movimenta cerca de US \$ 1,95 bilhão em exportação e também US \$ 1,95 bilhão em importação.

B. LÍDERES PATENTÁRIOS

A partir das patentes coletadas no site espacenet, foram construídos gráficos e um diagnóstico deles em que é possível estudar o arranjo dessas patentes sobre o asfalto borracha pelo mundo, conhecendo quais são os países que possuem um maior número desses títulos.

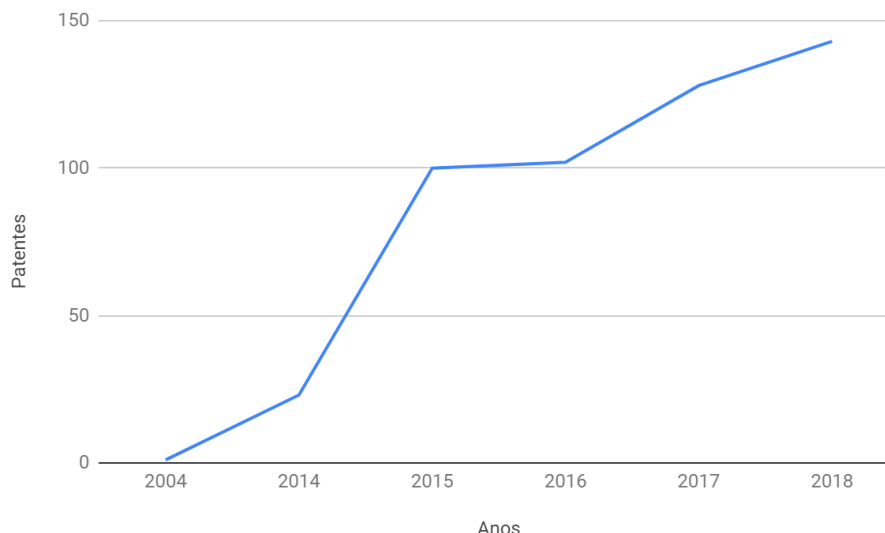
Figura 1. Distribuição de Patentes Existentes Atualmente



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Analisando o contexto mercadológico em que está inserido o asfalto borracha e as patentes existentes atualmente, é possível ver uma concentração elevada na China e algumas poucas espalhadas pelo mundo. A pesquisa realizada no primeiro quadrimestre de 2019 no site da Espace Net mostra que a China é possuidora de 470 patentes relacionadas ao asfalto borracha de 500 patentes que existem no mundo e que estão disponíveis no site, em segundo os Estados Unidos, com apenas 9 patentes.

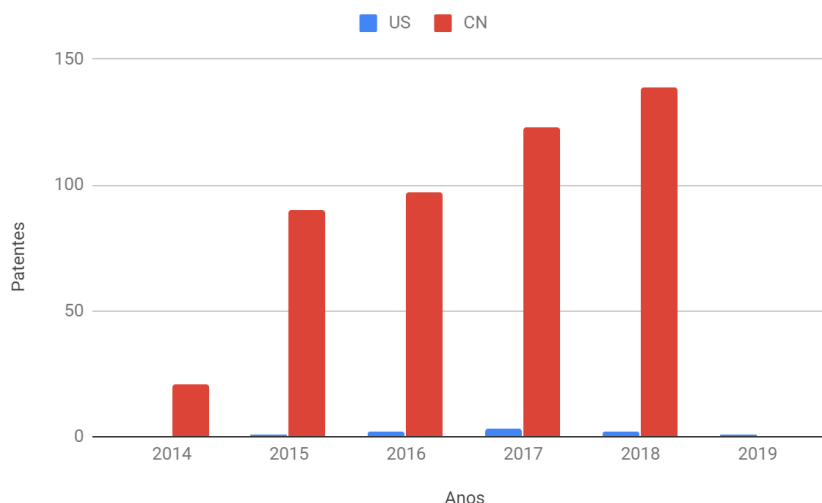
Figura 2. Quantidade de Patentes ao Longo dos Anos



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O gráfico acima mostra o crescimento das patentes relacionadas ao asfalto borracha em todo o mundo até o ano de 2018, com isso é possível notar uma preocupação maior com a sustentabilidade, principalmente entre os anos de 2014 e 2015.

Figura 3. Países que Mais Possuem Patentes



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

No gráfico acima, podemos identificar a diferença de patentes concedidas a Estados Unidos e China, como já podia se esperar pela análise anterior, a China cresceu mais a cada ano, enquanto nos Estados Unidos não apresentou uma diferença discrepante. Mesmo assim, os Estados Unidos ainda é exemplo econômico para muitos países, mas todo esse potencial vem de fora, visto que, a imigração de mão de obra qualificada e de excelentes pesquisadores para lá é muito elevada, tendo como resultado um país rico em pesquisas nas mais diversas áreas.

É perceptível que, ao longo da história, diversos países seguiram as tendências tecnológicas e as inovações implementadas pelos Estados Unidos, porém, observando o estudo questão, vemos que a China possui um interesse maior na tecnologia do asfalto borracha, ou seja, existe o interesse na implementação dessa tecnologia no país. Essa técnica tem, entre outras, a necessidade de ser visualizada e compreendida pelos países como uma

alternativa ecológica e, a longo prazo, econômica, mas para que essa inovação seja realizada no resto do mundo, os países precisam seguir o exemplo da China, que possui um elevado crescimento econômico, baseado no investimento em inovação.

Diante do atual cenário de acúmulo de pneus inservíveis no meio ambiente, se faz necessário buscar soluções para a destinação desses resíduos, o asfalto borracha pode amenizar esse problema, pois utiliza esses pneus descartados na natureza como matérias-primas, essa não só é uma boa solução ecológica, como também uma maneira de obter asfaltos mais duráveis e seguros. Num país como o Brasil, onde a maioria dos transportes trafegam em rodovias, essa tecnologia pode trazer melhorias significativas para a qualidade das pistas do país, nos últimos anos engenheiros têm reconhecido e se tornado cada vez mais conscientes das vantagens e desempenho do asfalto borracha, como sua maior resistência e seu potencial de tornar as estradas mais seguras.

Sabendo que o serviço de transporte possui um papel fundamental no desenvolvimento econômico no Brasil, influenciando diretamente na produção e no consumo do país, a melhora da qualidade das rodovias afetará positivamente na eficiência no transporte e, conseqüentemente, nos custos logísticos que, por sua vez, iram diminuir os preços dos bens finais.

Atualmente, existem produtores pelo mundo que trabalham nessa área e procuram utilizar esse novo tipo de asfalto, mas ainda é raro encontrar estradas com esses pavimentos devido ao seu alto custo de produção. Porém, à medida que essa inovação ganha importância na economia dos países, muitos agentes que atuam nesse mercado passarão a utilizar o asfalto borracha ou falirão, devido ao fato de ter um competidor que lucre com a produção desse asfalto

5. POLÍTICAS DE CATCHING-UP TECNOLÓGICO

A Política Industrial são ações organizadas pelo governo de cada país feitas para auxiliar os setores industriais, com o intuito de aumentar o desenvolvimento e o crescimento de toda uma parte econômica do país (ALMEIDA, 2002).

A partir da Política Industrial, surgiram no Brasil leis que buscam facilitar a chegada no objetivo final, que é a inserção da tecnologia no mercado, uma delas é a Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004), que tem como alvo a conexão da Universidade, Empresas e Centros de Pesquisas. Através de ferramentas que estimulam o investimento na Ciência, Tecnologia e Inovação (AEVO, 2018).

Com o Marco Regulatório da Inovação, surgiram várias alterações na Lei de Inovação, duas delas influenciam muito para a popularização do asfalto borracha. No Art.20 da Lei de Inovação a utilização do poder de compra do estado pode ser utilizado para solução de problemas, o que significa, diminuição na frequência de manutenção das rodovias, visto que o asfalto borracha tem mais resistência e durabilidade que o asfalto comum, assim pesando menos nos cofres públicos. A outra mudança é a dispensa de licitação, onde desenvolvedores de um produto ou processo podem ser contratados pelo governo sem a necessidade de abrir uma licitação, já que, segundo o Jornal Nexa, 89.8% da malha rodoviária brasileira é pública, o que facilitaria muito o uso da nova tecnologia pelas estradas brasileiras.

Outra lei que motiva ainda mais o uso do asfalto borracha, é a lei 12.379/11 que estabelece o Sistema Nacional de Viação (SNV) no qual é formado pelo Sistema Federal de Viação (SFV) composto pelos subsistemas rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário (SENADO NOTÍCIAS, 2011).

A lei decreta que a Rede de Integração Nacional (Rinter) tenha as rodovias com os seguintes requisitos: promover a integração regional, interestadual e internacional, ligar capitais de estados entre si ou ao Distrito Federal, atender a fluxos de transporte de grande relevância econômica e prover ligações indispensáveis à segurança nacional (SENADO NOTÍCIAS, 2011).

Todas essas medidas de incentivo são de suma importância para a melhoria das vias brasileiras, o que implica diretamente no aumento da qualidade de vida da população, visto que o asfalto borracha é bem mais resistente que o comum, preservando os automóveis que transitam nele e trazendo mais conforto com a redução de impactos causados entre o pneu e o pavimento, o que já solucionaria dois dos seis requisitos, sendo eles a segurança e os fluxos de transportes grandes. E com o mesmo argumento (para a solução dos outros quatro requisitos citados na outra lei), o fato de o asfalto borracha ter menos necessidade de manutenção, em estradas maiores o custo seria menor e as verbas poderiam ser direcionadas para outras áreas.

Tais políticas têm uma grande importância para o crescimento do país, um exemplo são os Estados Unidos, que criou políticas públicas visando o desenvolvimento de um novo sistema tecnológico, que não tem prioridade somente na criação de novos produtos, e sim na organização do setor produção e na distribuição em larga escala. Na china, o governo regulamentou, por meio da lei de patentes e a lei de contrato de tecnologia, operações básicas de tecnologia como por exemplo a transferência e a consultoria tendo como objetivo também abrir esse mercado. Incentivou instituições científicas e tecnológicas a criarem empresas privadas para atuarem no desenvolvimento, um dos passos fundamentais nessa direção foi a possibilidade para que universidades conseguissem se tornar proprietárias dessas empresas. No sistema político da época em que essas leis foram implementadas esses feitos tecnológicos eram consideradas commodities e essas mudanças, estabeleceram mecanismos nos quais a transferência de tecnologia deveria ser compensada de acordo com seu valor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reutilização de materiais descartados é um mercado importante para o meio ambiente e para a vida das pessoas, a pesquisa coordenada pelo professor doutor Marco Antonio Leandro Cabral possui um grande potencial para entrar no mercado, já que é possível reciclar quase todo o material existente em um pneu e a sua reutilização, assim como a de outros polímeros, é uma alternativa para produzir receita e evitar a remoção intensa dos recursos naturais realizada por muitas empreendedoras. No entanto, mesmo na presença de tantas vantagens, persiste alguma oposição em aplicar essa tecnologia devido ao seu custo de produção, entretanto, vale destacar um aspecto importante de sua utilização que é a difusão dessa técnica. A generalização para o conhecimento de um maior número de fabricantes gerará baixos custos iniciais e atrairá cada vez mais produtores, criando, assim, um ciclo eficiente, além de que a proposta por trás dessa tecnologia pode ser considerada uma ciência e inovação já que se trata de um “novo” modelo de asfalto.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- AREND, M., FONSECA, P. C. D., Brasil (1955-2005): 25 anos de catching up, 25 anos de falling behind. Rev. Econ. Polit. vol.32 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2012
- SPECHT, Luciano Pivoto. Avaliação de Misturas Asfálticas com Incorporação de Borracha Reciclada de Pneus. 2004. 280 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5192>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- OVIEDO, Douglas Pereira. ASFALTO COM ADIÇÃO DE BORRACHA DE PNEUS INUTILIZADOS. 2018. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Para O Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.pgskroton.com.br/bitstream/123456789/22893/1/DOUGLAS%20PEREIRA%20OVIEDO.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- FERRAZ, J. C.; MENDES, G. M.; KUPFER, D. Política industrial. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). Economia industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. p.545-567.
- MENDES, Celso Bráulio Alves; NUNES, Fabio Rinaldi. ASFALTO BORRACHA - MINIMIZANDO OS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO DESCARTE DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MEIO AMBIENTE. 2009. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção-civil, Faculdade Brasileira – Univix, Vitória, 2009. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Biologia/monografias/2asfalto.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- BETUSEAL. Vantagens do asfalto de borracha. Disponível em: <<https://www.betuseal.com.br/vantagens-asfalto-borracha/>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- CATAPRETA, Cícero Antonio Antunes; ZAMBIASI, Clarissa Ana; LOYOLA, Letícia Aparecida de Jesus. USO DA BORRACHA DE PNEUS NA PAVIMENTAÇÃO COMO UMA ALTERNATIVA ECOLOGICAMENTE VIÁVEL. 2016. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-084.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- (China), Diário do Povo. Crescimento da China é um exemplo para o mundo. Disponível em: <<http://portuguese.people.com.cn/n3/2017/0330/c309806-9197150.html>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

ALMEIDA, Julio Gomes de. A POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL: O QUE É E O QUE REPRESENTA PARA O BRASIL. 2002. Disponível em: <https://iedi.org.br/anexos_legado/4cfe53d30f0442c9.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

AEVO. LEI DA INOVAÇÃO: TUDO SOBRE O MARCO REGULATÓRIO DA INOVAÇÃO. 2018. Disponível em: <<https://blog.aevo.com.br/lei-da-inovacao-tudo-sobre-marco-regulatorio-da-inovacao/>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

NEXO. Por que no Brasil há mais estradas concedidas à iniciativa privada do que em outros países. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2016/11/10/Por-que-no-Brasil-h%C3%A1-mais-estradas-concedidas-%C3%A0-iniciativa-privada-do-que-em-outros-pa%C3%ADses>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

Senado Notícias. Lei que trata do Sistema Nacional de Viação entra em vigor. 2011. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2011/01/07/lei-que-trata-do-sistema-nacional-de-viacao-entra-em-vigor>>. Acesso em: 14 jun. 2019.