

Vol XXV, Núm 2, jul-dez, 2020, pág. 572-584.

## A RECICLAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS NO BRASIL NOS ANOS DE 2009 A 2017

Wenderson Gomes dos Santos  
Sergio Duvoisin Junior  
Nélio Teixeira Machado

**RESUMO:** Neste trabalho foi realizado um estudo sobre a reciclagem de pneus inservíveis no Brasil, nos anos de 2009 a 2017, segundo os relatórios de pneumáticos publicados nos anos de 2011 a 2018. De acordo com esse estudo foi possível evidenciar que o mercado de reciclagem de pneus inservíveis está seguindo a tendência do mercado de reposição de pneus novos (em massa) desde a implementação da resolução Conama nº 416, de 2009. O coprocessamento, a granulação e a laminação são as principais tecnologias de destinação dos pneus inservíveis e os pontos de coleta de pneus inservíveis, nos últimos anos, tenderam a aumentar e em sua grande maioria estão localizados nas regiões sul e sudeste. Assim, nota-se a necessidade de políticas públicas visando a implementação de tecnologias (pirólise) que transformassem os resíduos de pneus em produtos com elevados valores comerciais (d-limoneno, tolueno e xilenos) em conjunto com os aterros sanitários que geram excedentes de gás metano.

**Palavras-Chave:** Resíduos Sólidos, Reciclagem, Energia

### THE RECYCLING OF WASTE TIRE IN BRAZIL FROM 2009 TO 2017

**ABSTRACT:** In this work, a study was carried out on the recycling of waste tires in Brazil, in the years 2009 to 2017, according to the tire reports published in the years 2011 to 2018. According to this study, it was possible to show that the waste tire recycling market has been following the trend of the replacement market for new tires (mass) since the implementation of CONAMA Resolution 416, 2009. Coprocessing, granulation and lamination are the main technologies for the disposal of waste tires and waste tire collection points in recent years have tended to increase and most of them are in the south and southeast regions. Thus, there is a need for public policies aimed at the implementation of technologies (pyrolysis) that transform waste tires into products with high commercial values (d-limonene, toluene and xylenes) together with landfills that generate excess gas methane.

**Keywords:** Solid Waste, Recycling, Energy

## 1. Introdução

A poluição ambiental causada pela má destinação de resíduos sólidos em todo mundo é um problema grave que precisa ser solucionado. Para os pneus inservíveis, por exemplo, a cada ano, cerca de 1,5 bilhão de pneus são produzidos em todo o mundo, o que corresponde a cerca de 17 milhões de toneladas de pneus usados (Czajczynska *et al*, 2017). A China, os países da União Europeia, os EUA, o Japão e a Índia produzem a maior quantidade de resíduos de pneus e, juntos, quase 88% do total (Kandasamy & Gokalp, 2014).

No Brasil, essa preocupação com o descarte adequado com os resíduos dos pneus, foi intensificado a partir resolução Conama nº 416, de 30 de setembro de 2009. A resolução determina aos fabricantes e importadores de pneus novos, com peso unitário superior a dois quilos, a coletarem e destinarem adequadamente os pneus inservíveis existentes no território nacional. Além disso, estabelece a implementação de pontos de coleta de pneus inservíveis em todos os municípios com população superior a 100 mil habitantes (CONAMA, 2009 e IBAMA, 2018).

O Ibama, por meio da Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões, vinculada à Coordenação-Geral de Gestão da Qualidade Ambiental, da Diretoria de Qualidade Ambiental, é o responsável pelo controle e fiscalização da Resolução. Com esse intuito, publicou em 18 de março de 2010 a Instrução Normativa nº 01, que institui o Relatório de Pneumáticos: Resolução Conama nº 416/2009, inserido no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadora de Recursos Ambientais (CTF/APP), que é preenchido pelos fabricantes e importadores de pneus novos, bem como pelas empresas destinadoras de pneumáticos inservíveis. (IBAMA, 2011)

Conforme Rombaldo (2008) a complexa estrutura e a composição da borracha dos pneus dificultam sua reciclagem. Para a fabricação dos pneus são empregados diversos tipos de borrachas, tais como: borracha natural, polímero estireno-butadieno e co-polímero.

Existem algumas tecnologias ambientalmente adequadas para destinações dos pneus inservíveis. Dentre as quais podemos citar o coprocessamento que se baseia na queima dos resíduos no forno rotativo de clínquer em condições especiais ( Rocha *et al*,

2011 ), a granulação que consiste na trituração dos compostos de borracha para posterior reutilização como matéria prima reciclada ( Floriani *et al* 2015), a laminação que consiste na transformação de pneus convencionais em artefatos como cintas de sofá, solados e tapetes para carros (Liu *et al.*, 2012), a indústria do xisto (processo industrial de coprocessamento do pneumático inservível juntamente com o xisto betuminoso, como substituto parcial de combustíveis (IBAMA, 2013), a regeneração que é um processo de desvulcanização onde os pneus depois de triturados, são submetidos à temperatura, pressão, recebem oxigênio e vapor de produtos químicos, como álcalis e óleos minerais, dentro de uma autoclave rotativa (Lagarinhos & Tenorio, 2008) e a pirolise que consiste em uma decomposição termoquímica dos compostos orgânicos presentes neles, quebrando as ligações químicas através do aquecimento de 400 ° C a 800 ° C e na ausência de oxigênio (Martinez *et al*,2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar, através dos relatórios de pneumáticos, a reciclagem de pneus inservíveis no Brasil após a implantação da resolução Conama nº 416/2009.

## **2. Metodologia**

Para realização deste trabalho foi examinado os relatórios de pneumáticos de 2011 a 2018 bem como artigos e trabalhos técnicos / científicos que possibilitassem uma correta noção das destinações dos pneus inservíveis no Brasil.

## **3. Resultados e discussão**

O mercado de reposição é determinado a partir da declaração da produção e importação de pneus novos realizados pelos fabricantes e importadores, além das exportações e do envio de pneus às montadoras de veículos. (IBAMA, 2018).

Sabe-se que o mercado de reposição é dado por 4 variáveis que são: O total de pneus produzidos ( P ), o total de pneus importados ( I ), o total de pneus exportados ( E ) e o total de pneus que equipam veículos novos ( EO ), através da equação 1.

$$MR = (P + I) - (E + EO) \quad (1)$$

Isso é de fundamental importância para a destinação adequada dos pneus inservíveis, pois a resolução Conama nº 416/2009 estabelece que, para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras devem dar destinação adequada a um pneu inservível (relação 1:1). A meta de destinação a ser cumprida é calculada a partir da conversão em peso dos pneus comercializados no mercado de reposição, considerando o desconto de 30% em peso pelo fator de desgaste do pneu novo ( CONAMA, 2009 e IBAMA, 2012).

A figura 01 mostra a quantidade total, em unidades e em toneladas, de pneus novos colocados no mercado de reposição de 2009/2010 até 2017.

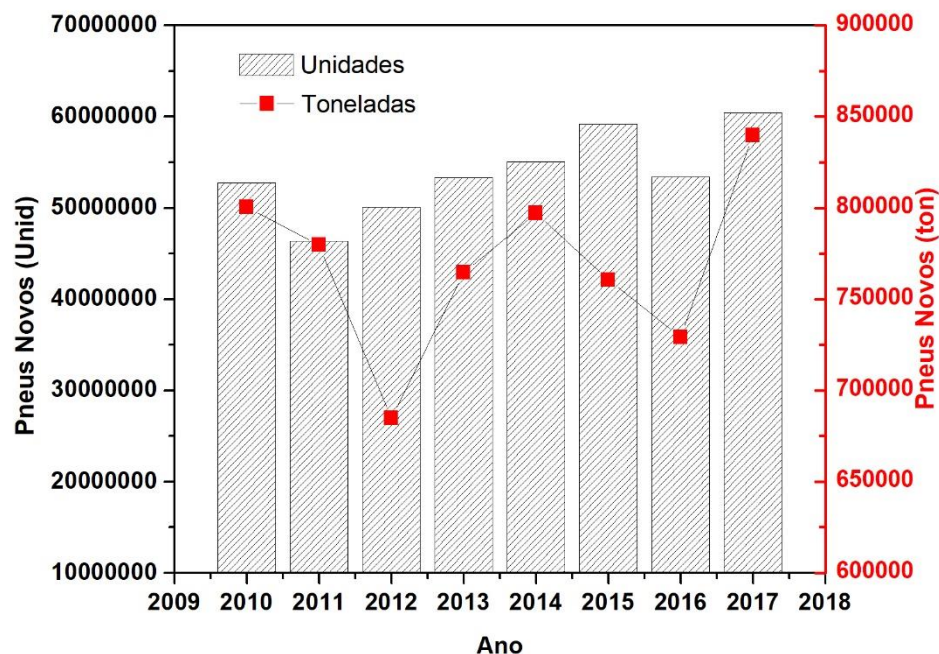


Figura 01 - Quantidade de pneus novos colocados no mercado de reposição.

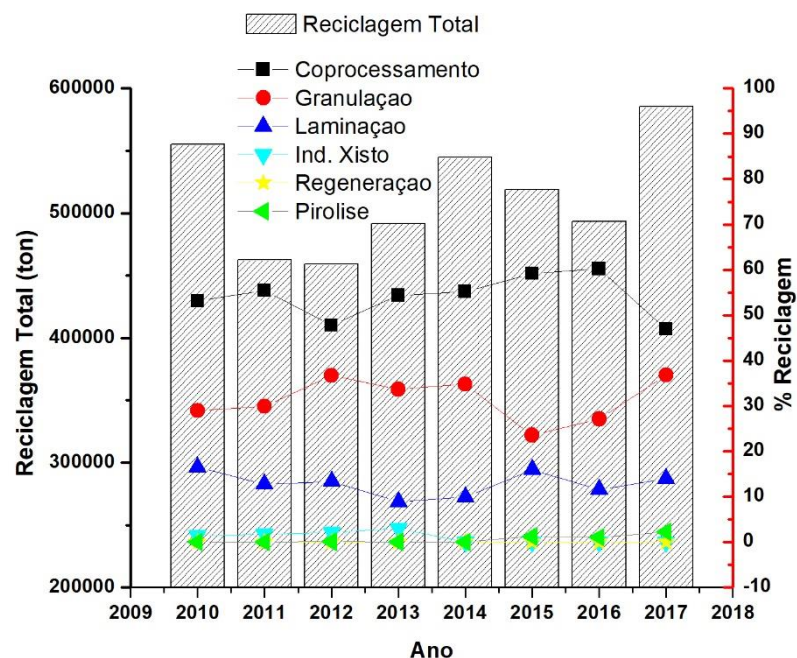
Fonte CFT/IBAMA

De acordo com anip (2015) a indústria de pneus do país apresentou leve queda de produção em 2014, com relação ao ano anterior (-0,2%), apesar da indústria nacional de veículos ter produzido 15% a menos. Já as vendas chegaram a um novo recorde, 74,3 milhões de pneus, em função do crescimento da frota nos períodos anteriores.

Observa-se que no ano de 2017, por exemplo, houve a reposição de 60424080 unidades de pneus novos o que equivale a 839868,47 toneladas. Sendo que 73,15% foram fabricados no Brasil e 26,85% importadas (IBAMA, 2018).

Verifica-se, nos relatórios de pneumáticos, que desde o início da CTF/IBAMA (2009/2010) até o CTF/IBAMA de 2017, os fabricantes nacionais cumpriram com a meta de destinação adequada dos pneus inservíveis, mas os importadores de pneu não (IBAMA, 2011; IBAMA, 2012; IBAMA, 2013; IBAMA, 2014; IBAMA, 2015; IBAMA, 2016; IBAMA, 2017 e IBAMA, 2018). Segundo a anip (2015), constata-se, através dos mesmos relatórios, um acumulado de passivo ambiental, de 2009 a 2013, de aproximadamente 150 mil toneladas de pneus inservíveis de responsabilidade dos importadores, que não cumpriram sua meta.

A figura 02 representa as tecnologias utilizadas na destinação de pneus inservíveis de 2009/2010 até 2017.



**Figura 02** – Tecnologias utilizadas na destinação de pneus inservíveis.

**Fonte CFT/IBAMA**

Nota-se que o mercado de reciclagem de pneus realmente segue a tendência do mercado de reposição de pneus novos, em massa (figura 01). Do ano 2009/2010 até 2012 houve um decréscimo do mercado de reposição (MR), de 2012 á 2014 observa-se um efetivo crescimento do MR, de 2014 à 2016 o MR voltou a reduzir e, por fim, de 2016 á 2017 houve um substancial aumento. Essa tendencia se reproduziu no mercado de reciclagem de pneus inservíveis conforme mostra a figura 02.

As tecnologias de destinação ambientalmente adequadas praticadas pelas empresas destinadoras e declaradas no Relatório de Pneumáticos em (IBAMA, 2011-IBAMA,2018) são o coprocessamento, a granulação, a laminação, a indústria do xisto, a regeneração e a pirolise.

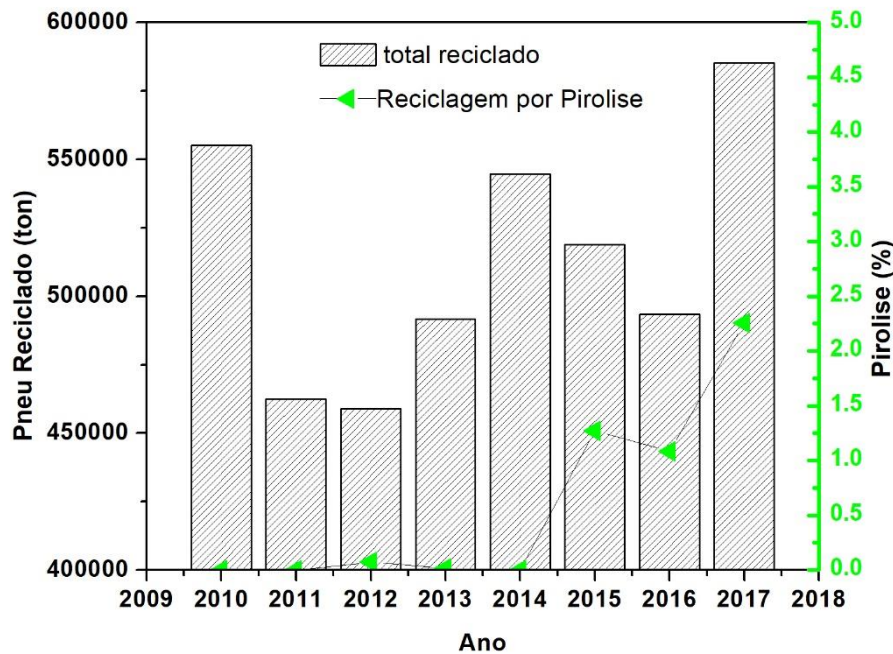
Observa-se que o coprocessamento, a granulação e a laminação são as principais tecnologias de destinação dos pneus inservíveis, em todos os anos estudados (2009-2017).

No ano de 2016, quanto ao destinamento adequado dos pneus inservíveis, o coprocessamento correspondeu à 60,23%, a granulação à 27,15%, a laminação a 11,54% e a pirolise à 1,08%. Segundo o relatório de pneumáticos (2017) não houveram registro de destinação nem na indústria do xisto nem na da regeneração no ano de 2016.

No ano de 2017, o coprocessamento em fornos rotativos para produção do clínquer continua sendo a principal tecnologia realizada no País, apesar da evidente queda em relação ao ano anterior. No total, 30 empresas cimenteiras declararam este tipo de destinação ao Ibama, o que representou 46,96% do total de pneumáticos destinados. Em segundo lugar, permanece a granulação, com 36,84%. (IBAMA, 2018). Esse lugar de destaque, na reciclagem dos pneus usados, ocupado pelo coprocessamento se deve principalmente pelo crescimento do mercado de cimento no Brasil. Quando esse mercado apresentou queda a reciclagem por coprocessamento também reduziu.

A figura 03 representa o quantitativo total de pneus reciclados e reciclado por pirolises de 2009/2010 até 2017.

Verifica-se na figura 03 que a contribuição por pirólise como tecnologia de destinação de pneus inservíveis e ínfima no Brasil quando comparada, por exemplo, com o coprocessamento. Nos primeiros anos da resolução Conama nº 416/2009, de 2010 à 2014, constata-se valores próximo a zero. A partir do ano de 2015, nota-se um crescimento significativo, chegando ao seu máximo no ano de 2017, correspondendo a 2,26 % do total de pneus reciclados no Brasil, o que equivale à 13208,46 toneladas.



**Figura 03** – Reciclagem de pneu no Brasil total e por pirolise.

Fonte CFT/IBAMA

Segundo Rocha *et al*, (2011), o coprocessamento surgiu como uma estratégia para melhorar o desempenho econômico (menor consumo energético) da indústria cimenteira. Desde então essa tecnologia vem sendo empregada e está bem consolidada. A pirolise, em contrapartida, apesar de ser uma tecnologia antiga, ainda não encontra espaço na reciclagem de pneus no Brasil, devido a falta de investimentos e legislação adequada sobre a qualidade dos produtos gerados.

Um outro impecilho no implemento dessa tecnologia é a quantidade de energia de térmica necessária para converter os resíduos de pneus em produtos com valores comerciais atraentes, pois essa conversão acontece em torno de 500°C. Uma possível solução seria implementar essa tecnologia em conjunto com os aterros sanitários que geram excedentes de gás metano. Parte desse excedentes poderiam ser utilizados como fonte de energia para esse processo.

A figura 04 representa a quantidade de pneus inservíveis destinados por região brasileira de 2009/2010 até 2017.

Pode-se observar que a maioria das destinações de pneus inservíveis foram realizadas nas Regiões Sul e Sudeste, no período de outubro de 2010 a dezembro de

2017. Segundo Lagarinhos et al (2008) os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná concentram a maior parte das empresas que processam e destinam os pneus inservíveis.

A região sudeste, no período estudado, sempre foi a maior região do país em termos de destinos adequados aos pneus inservíveis, embora nota-se um decréscimo constante desde o ano de 2010 (62,9%) até 2016 (50,9%). No ano de 2017 a destinação dos pneus inservíveis na região sudeste cresceu, em relação ao ano anterior, atingindo um valor de 56,8%.

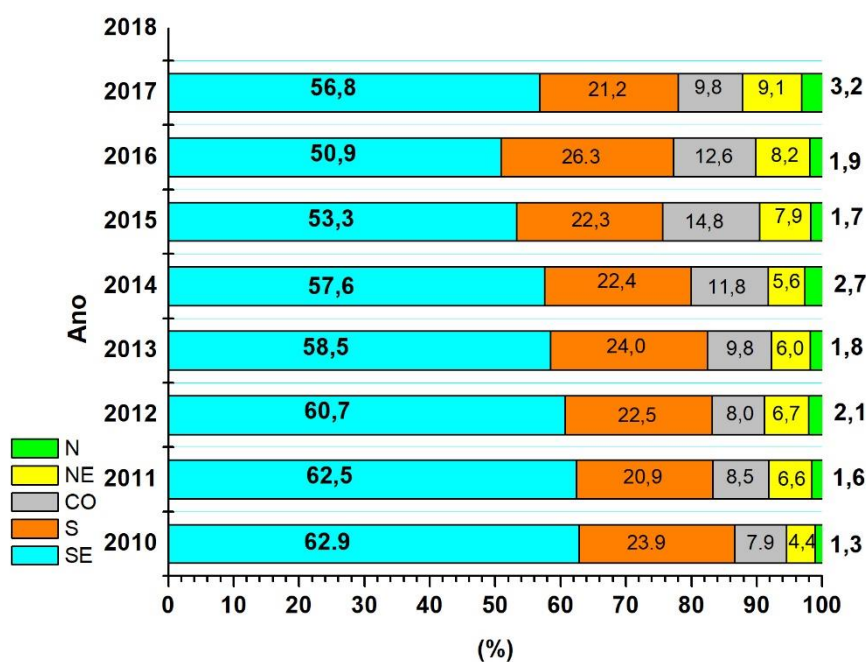


Figura 04 – Quantidade de pneus inservíveis destinados por região brasileira .

Fonte CFT/IBAMA

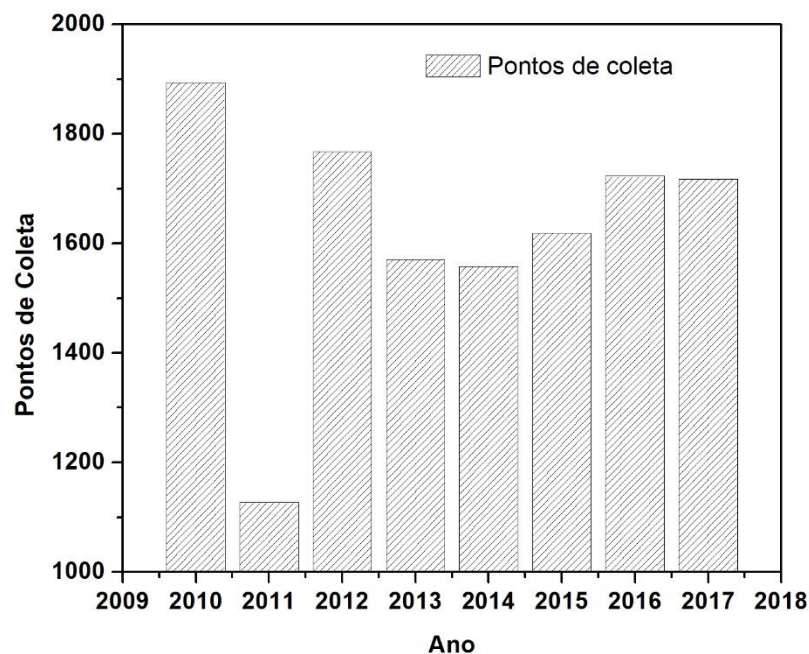
Em contraste a região sudeste temos a região norte, em termos de destinação adequada aos pneus inservíveis. Nota-se um crescimento do ano de 2010 (1,3%) até o ano de 2014 (2,7%) devido principalmente aos empresas destinadoras localizadas no estado do Amazonas (AM). Em 2017 encontra-se o maior valor (3,2%) de pneus com destinação adequada na região norte, no período estudado, o que corresponde 18571,38 toneladas. Isso pode ser explicado, além das contribuições das empresas localizadas no Estado do Amazonas, pelo crescimento de uma empresa no Pará.

A figura 05 mostra os pontos de coleta de pneus inservíveis declarados no Brasil de 2009/2010 até 2017.



Em 2011 houve uma redução no número dos pontos de coletas em relação ao ano de 2010, 1127 e 1894 pontos respectivamente, uma vez que foram identificados alguns locais cadastrados inadequadamente (IBAMA, 2012).

Em 2017, foram cadastrados 1.718 pontos de coleta, sendo 925 localizados em municípios com população residente acima de 100 mil habitantes, restando 12 municípios com esta característica sem nenhum ponto de coleta declarado (Brasil, 2018). De acordo com Largarinhos & Tenório (2012), com relação às especificações para a montagem de um ponto de coleta, não existe uma legislação, o que há é a proibição para a armazenagem dos pneus a céu aberto



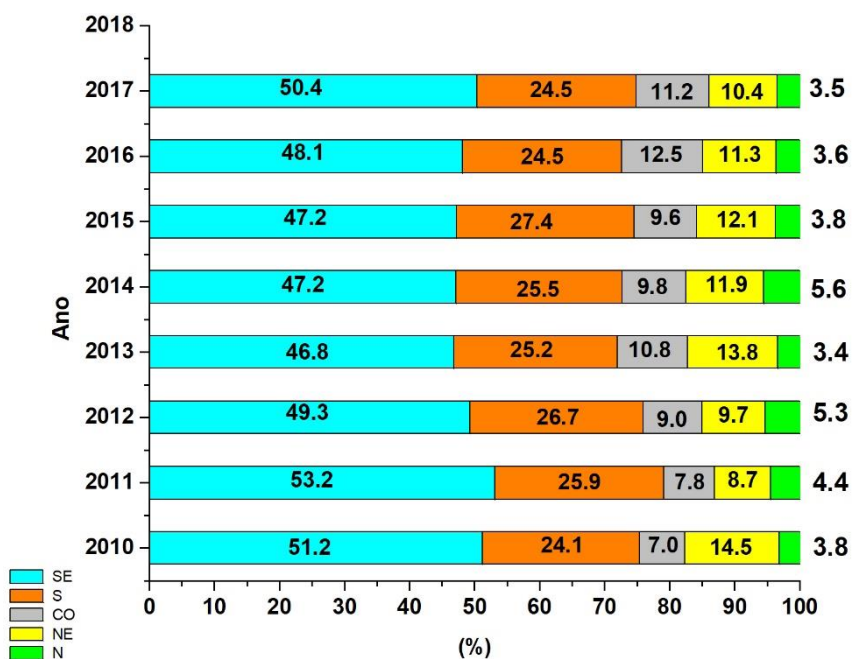
**Figura 05** – Pontos de coleta de pneus inservíveis no Brasil.

**Fonte CFT/IBAMA**

A figura 06 mostra os pontos de coleta de pneus inservíveis declarados por região de 2009/2010 até 2017.

De maneira geral os pontos de coleta de pneus inservíveis declarados por região segue a tendência da quantidade de pneus inservíveis destinados por região. Sudeste > Sul > Norte. A região nordeste foi maior do que a região centro Oeste dos anos de 2010 até 2015, em 2016 e 2017 a região centro Oeste ultrapassou a região nordeste em relação ao número de pontos de coleta de pneus inservíveis.

Em 2017 foram cadastradas 20 pontos de coleta no estado do Pará e 9 no Amazonas dos 45 da região norte, sendo que 4 estão localizadas na cidade de Parauapebas e 8 na cidade de Manaus (Brasil, 2018). Essa discrepância, entre os números de pontos de coleta, entre esse dois Estados se deve, principalmente, pelo quantitativo da frota veicular. Segundo denatran (2017), a frota de veículos automotivos no Estado do Pará, em dezembro de 2017, foi de 1.918.077 enquanto no Amazonas foi de 846.928 veículos.



**Figura 06** – Pontos de coleta de pneus inservíveis declarados por região.

Fonte CFT/IBAMA

#### 4. Conclusão

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre a reciclagem de pneus inservíveis no Brasil, nos anos de 2009 à 2017, segundo os relatórios de pneumáticos publicados nos anos de 2011 à 2018, e que permitiram concluir:

O mercado de reciclagem de pneus inservíveis está seguindo a tendência do mercado de reposição de pneus novos (em massa) desde a implementação da resolução Conama nº 416, de 2009.

O coprocessamento, a granulação e a laminação são as principais tecnologias de destinação dos pneus inservíveis, em todos os anos estudados. A contribuição por pirólise ainda é ínfima no Brasil quando comparada, por exemplo, com o coprocessamento.

A pirólise de pneus inservíveis poderia ser implementadas em conjunto com os aterros sanitários que geram excedentes de gás metano. Assim, os “lixos” seriam transformados em energia limpa além de produtos com elevados valores comerciais (d-limoneno, tolueno e xilenos).

Os pontos de coleta de pneus inservíveis, nos últimos anos, tenderem a aumentar e em sua grande maioria estão localizados nas regiões sul e sudeste.

### **Referências**

- ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Livro branco da indústria de pneus – uma política industrial para o setor .2015 Disponível em <<http://www.anip.org.br/anip-em-numeros/publicacoes/>> Acesso em: Fevereiro 2019.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. Brasília: DOU nº 188, em 01/10/2009, págs. 64-65.
- Czajczynska. D; Krzyzynska.R; Jouhara.H; Spencer.N. *Use of pyrolytic gas from waste tire as a fuel: A review.* Energy, 134 , 1121 – 1131, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.042>.
- DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Frota 2017. Disponível. <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2017>> Acesso em: Fevereiro 2019.
- Floriani.M.A; Furlanetto. V. C; Sehnem. S. *Descarte sustentável de pneus inservíveis.* Navus, 6, n. 2, 37 – 51, 2016. <https://doi.org/10.22279/navus.2016.v6n2.p37-51.347>.
- IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2011).
- IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2012).

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2013).

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2014).

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2015).

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2016).

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2017).

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Pneumáticos. Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos – Resolução CONAMA nº 416/09 do Cadastro Técnico Federal*, Brasília, (2018).

Kandasamy, J, Gokalp I. *Pyrolysis, combustion, and steam gasification of various types of scrap tires for energy recovery*. Energy & Fuels, 29, 346 -354, 2014. <http://dx.doi.org/10.1021/ef502283s>.

Lagarinhos, C.A.F; Tenório, J.A.S. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. *Polimeros-Ciencia e Tecnologia*, 23, 1-10, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282012005000059>.

Lagarinhos, C.A.F; Tenório, J.A.S; Espinosa, D.C.R. *A evolução da logística reversa dos pneus inservíveis no brasil após a aprovação da resolução conama no 416/09*. In. *Anais do 12º Congresso Brasileiro de Polímeros*, 2013.

Liu et al., 2012 LIU, X.; LIU, J.; PANG, Z. *The Process Rebuilding of Tire Liner Product Line System*. *Applied Mechanics and Materials*, 184, 570-573, 2012. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.184-185.570>.

Martinez JD, Puy N, Murillo R, Garcia T, Navarro MV, Mastral AM. Waste tyre pyrolysis - a review. *Renew Sustain Energy*, 23, 179 – 213, 2013.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.038>.

Rocha, S. D. F; Lins, V.F.C; Espirito Santo, B. C. *Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer*. *Eng Sanit Ambient*, 16, 1-10, 2011.

<https://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522011000100003>.

Rombaldo, C. F.S. *Síntese de carvão ativado e óleo combustível a partir da borracha de pneu usado*. Campinas – SP, Dissertação (mestrado em engenharia química) – Unicamp. 2008.

**Recebido: 19/6/2019. Aceito: 6/7/2020.**

**Sobre autores e contato:**

**Wenderson Gomes dos Santos** – Professor Adjunto, Faculdade de Ciências Agrárias, FCA, UFAM, Brasil.

E-mail: [wenderson@ufam.edu.br](mailto:wenderson@ufam.edu.br)

**Sergio Duvoisin Junior** – Professor Associado, Faculdade de Engenharia Química, EST – UEA, Brasil.

E-mail: [duvoisin66@hotmail.com](mailto:duvoisin66@hotmail.com)

**Nélio Teixeira Machado** – Professor Titular, Faculdade de Engenharia Química, ITEC – UFPA, Brasil.

E-mail: [machado@ufpa.br](mailto:machado@ufpa.br)