

## Viabilidade técnica, econômica e ambiental do asfalto borracha

Cristiane S. Lukschal Frauches<sup>1</sup>, Fábio Felipe de Sá<sup>2</sup>, Nathália Pereira Lima<sup>3</sup>, Marcelo Silva<sup>4</sup>

**Abstract** — Due to climate change on our planet, there is now a big concern in educating society about the recycling. A great villain of the environment is the inappropriate disposal of tires not available, which cannot be retreaded, in rivers, landfills, forests, roads, causing pollution and disease, since it takes about 600 years to decompose and can become breeding dengue gnat, for example. The project objective is to verify the possibility of a practical, economical and environmentally by recycling tires for rubber-tire manufacturing, in which part of the composition of the asphalt is complemented by tire rubber powder recycled, avoiding the environmental impact by garbage discarded. This asphalt is superior to common, with a lifetime larger, and your high viscosity reduces the possibility of fractures, among other qualities.

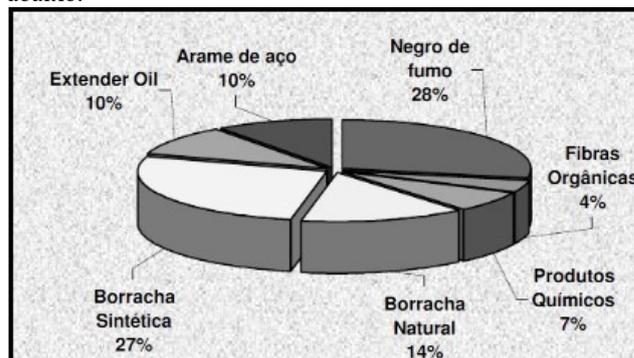
**Index Terms** — Rubber-tire; asphalt; environment; recycling.

### INTRODUÇÃO

Com o crescimento da frota de veículos no Brasil nos últimos anos, ocorreu um grande aumento na produção de pneus, conseqüentemente gerando um maior número de pneus não servíveis descartados erroneamente no meio ambiente, ocasionando um grande problema ambiental. Essa falta de conscientização da população em descartá-los em locais apropriados, faz com que estes pneus não servíveis se tornem grandes poluentes. Os fabricantes de pneus, de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente, são obrigados a dar um destino ambientalmente correto aos mesmos, mas essa resolução também não vem sendo suficientemente eficaz. No Brasil é comum a recauchutagem de pneus, prolongando sua vida útil em até 40%, porém quando esses pneus não podem mais ser reaproveitados são descartados de forma inapropriada em rios, ruas, lixões, matas, se tornando um grande problema para o meio ambiente e claro, para a sociedade, pois provocam poluição e podem ocasionar doenças, como a dengue. Há uma estimativa de que 30 milhões de pneus sejam descartados por ano, sendo que o tempo médio de decomposição de um pneu na natureza é de 600 anos.

Um pneu é composto com diferentes materiais tais como: estrutura em aço, náilon, fibra de aramide, rayon, fibra de vidro/poliéster; borracha natural e sintética, além de

diversos tipos de polímeros; reforçados químicos como carbono preto, sílica e resinas; anti-degradantes (ceras de parafina antioxidantes e inibidoras da ação do gás ozônio); promotores de adesão (sais de cobalto, banhos metálicos nos arames e resinas); agentes de cura (aceleradores de cura, ativadores, enxofre) e produtos auxiliares (PIRELLI BRASIL, 2007). Eles ainda podem ser classificados de acordo com sua carcaça em dois grupos: radiais e convencionais (ou diagonais). Grandes partes dos pneus utilizados em carros e caminhões são os radiais porque aliado aos reforços estruturais e novos desenhos da banda de rodagem oferecem maior resistência, durabilidade, aderência e estabilidade que os convencionais. Em função disso, mesmo com um custo superior ao tradicional, os pneus radiais representam 97% da produção mundial de pneus de passeio, e 45% de participação na produção de pneus de caminhões e ônibus. (BNDES, 1998). Segundo dados da pesquisa publicada pelo BNDES, os percentuais de materiais utilizados na composição de um pneu são apresentados abaixo:



**Gráfico 1: composição de pneus radiais para automóveis**  
Fonte: (BNDES, 1998)

No gráfico 1 estão apresentadas as matérias-primas utilizadas para fabricação de um pneu radial, percebe-se a grande quantidade de materiais misturados neste processo, mas a borracha predomina com mais de 40% de participação, um pneu de passeio pesa em média 9,2 kg. Outro dado interessante nesta pesquisa feita pelo BNDES, é que dos 15 milhões de toneladas de borracha (natural e sintética) consumidas anualmente no mundo, em torno de 9 milhões se destinam à fabricação de pneumáticos. No caso do Brasil, do total da borracha consumida, mais de 50%

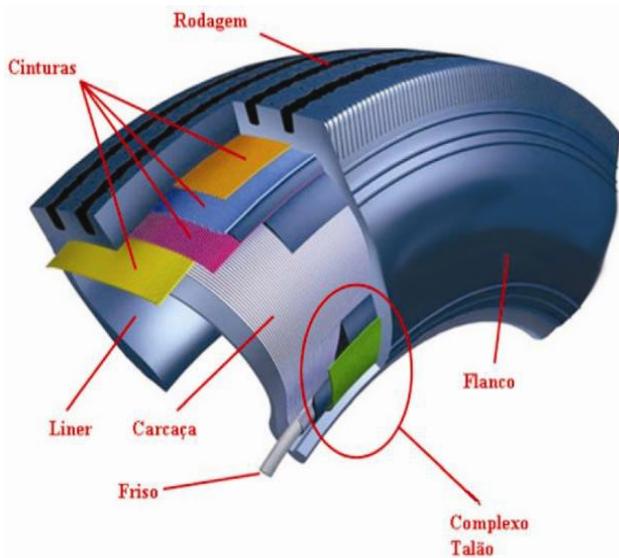
<sup>1</sup> Estudante de Engenharia de Petróleo da Universidade Estácio de Sá, Rodovia General Alfredo Bruno Gomes Martins, s/nº - lote 19 – Bairro Braga – Cabo Frio/RJ. CEP 28909-800, Brazil,cristiane.frauches@hotmail.com

<sup>2</sup> Estudante de Engenharia de Petróleo da Universidade Estácio de Sá, felipe\_sa@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudante de Engenharia de Petróleo da Universidade Estácio de Sá, nathalia\_lima182@hotmail.com

<sup>4</sup> Professor da Universidade Estácio de Sá, msc.marcelosilva@gmail.com

destina-se a fabricação de pneus, em 1996, o consumo total foi de aproximadamente 465 mil toneladas de borracha, sendo que deste total 25% era natural e 75% sintética. Outro dado importante, é que as principais borrachas utilizadas no processo são Borracha Natural (NR), Borracha de Estireno-Butadieno (SBR) e Borracha Polibutadieno (BR) (BNDES, 1998). Ainda conforme o gráfico acima convém se observar à participação considerável de 28% do componente – negro de fumo. Ele é incorporado à borracha para aumentara resistência mecânica dos pneus, e é considerado o grande problema para a indústria de pneus, uma vez que dificulta imensamente a reciclagem dos pneus usados, e está presente em percentuais semelhantes tanto em pneus de automóveis como os de caminhão. Por sua vez a borracha tem maior participação nos pneus automotivos 48% contra os 45% dos pneus de caminhão, no caso do aço sua proporção fica em 15% nos automóveis, contra 25% em caminhões; outro dado interessante é que no pneu automotivo encontra-se (5%) de material têxtil, no pneu de caminhão não temos a incorporação deste material. A quantidade de produtos incorporados na confecção de um pneu acontece em função de sua estrutura, uma vez que este artefato é composto por várias partes: banda de rodagem, cintas de aço, talão, carcaça de lona, parede lateral ou flanco.



**Figura 1: Partes constituintes da estrutura típica dos pneus**

Fonte: (ALFA PNEUS, 2011)

Uma solução para esses pneus surgiu nos Estados Unidos, e vem sendo aplicada em alguns países da Europa, África do Sul, China, Austrália, Japão, e no Brasil também, é a utilização do pó proveniente da borracha do pneu para complementar a composição do asfalto, acrescenta-se cerca de 20% do pó no asfalto, fazendo o asfalto-borracha ou ECOFLEX. No Brasil já existem diversos trechos de estradas com esse tipo de pavimentação, e as concessionárias

estão aumentando esse número. São necessários em média, 1000 pneus para cada quilometro de pavimentação. A princípio, esta prática torna mais cara a produção do asfalto, uma média de 40% a mais no custo da produção, porém, à longo prazo os benefícios são inúmeros, tanto para os fabricantes, como para os motoristas e a população. O asfalto-borracha tem qualidade superior ao asfalto comum, leva mais tempo até precisar de reparos, sua alta viscosidade reduz a possibilidade de fraturas, evita riscos de aquaplanagens em dias de chuva, e a adesão ao agregado asfáltico é melhor. Sem mencionar que essa prática diminui o número de pneus descartados indevidamente no meio ambiente e o uso de petróleo na produção do asfalto, gerando menos impactos ambientais.

Hoje pode-se afirmar que nosso país, em particular a Petrobrás Distribuidora, domina a tecnologia de produção, transporte e aplicação do produto. o asfalto borracha chegou no mês de agosto de 2001, asfaltando trechos da BR-116, entre Guaíba e Barra do Ribeiro, no estado do Rio Grande do Sul.

Atualmente, 16 quilômetros da malha controlada pelo Consórcio Univias são de asfalto borracha. a nova versão também foi usada em rodovias e ruas do estado do Rio de Janeiro e de São Paulo. O estado do Ceará também se mostrou interessado por esta tecnologia, e estudos de viabilidade estão sendo feitos para a aplicação deste tipo de pavimento.

No Espírito Santo foi utilizado, o asfalto borracha, pela primeira vez nas obras de recuperação da rodovia ES 080 nos trechos de São Domingos – Águia Branca e Águia Branca – Córrego do Óleo; ao todo, foram recuperados 52 quilômetros de estrada.

Segundo o engenheiro civil Roberto Bruce Bargiona Luz, da empresa de pavimentação asfáltica e terraplenagem Erggluz Engenharia LTDA, no ano de 2006 a concessionária Rodosol, que faz a ligação dos municípios de Vitória e Vila Velha através da Terceira Ponte, e a Rodovia do Sol, que liga os municípios de Vila Velha e Guarapari, formalizou pedidos que fosse enviado, à mesma, uma proposta de preços para a usinagem e aplicação de Asfalto Borracha num trecho de aproximadamente 1,5 km de extensão, na Rodovia do Sol.

## TÉCNICA UTILIZADA

No artigo aqui apresentado, optou-se em fazer um estudo de caso da viabilidade técnica, econômica e ambiental na utilização de pneus inservíveis para reciclagem da borracha nele contida, e seu posterior aproveitamento para produção de asfalto borracha.

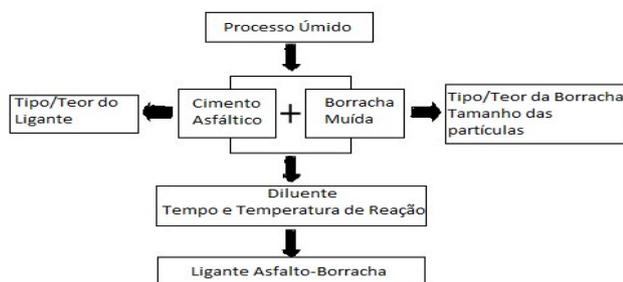
## DESENVOLVIMENTO

O processo de recuperação e regeneração dos pneus exige a separação da borracha vulcanizada de outros componentes (como metais e tecidos, por exemplo). O arame e a malha de aço são recuperados como sucata de ferro qualificada, o tecido de nylon é recuperado e utilizado como reforço em embalagens de papelão (BOLSA DE RECICLAGEM FIEP, 2001). No Brasil a empresa Midas Elastômeros de Itupeva (SP), do Grupo Vibrapar que atua nos segmentos de distribuição de derivados de petróleo, petroquímica, transporte, recicla 100% do pneu para transformá-lo em borracha regenerada, a Midas adquiriu e aperfeiçoou o processo de reciclagem de pneus absolutamente inovador, mediante obtenção de custos bem inferiores aos existentes atualmente no País e no mundo, devido a sua produção. Este processo foi pesquisado e estudado com afinco pelos engenheiros do grupo, “que desenvolveram uma tecnologia única, guardada hoje sob forte sigilo industrial” ([www.jorplast.com.br](http://www.jorplast.com.br)).

Para entender melhor como ocorre à regeneração da borracha de pneus, abaixo estão relacionados às fases que envolvem este processo:

- 1º - O pneu é picado em pedaços;
- 2º - São colocados em um tanque com solvente para que inche a borracha e se torne quebradiça;
- 3º - Os pedaços de borracha são pressionados para que se desprendam da malha de aço e do tecido de nylon;
- 4º - Um sistema de eletroímãs separa a borracha, o aço e o nylon;
- 5º - A borracha então é moída e separada por um sistema de peneiras e bombas de alta pressão;
- 6º - Passam para um reator ou autoclave onde ocorre a desvulcanização da borracha, recuperando em torno de 75% de suas propriedades originais;
- 7º - Esta borracha vai para um tanque de secagem para recuperação do solvente que retorno ao processo (RT SERVIÇO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2006).

Nas obras de pavimentação, a borracha de pneus pode ser inserida nos materiais asfálticos através de dois processos: úmido (wet process) e seco (dry process) (KAMIMURA, 2002).

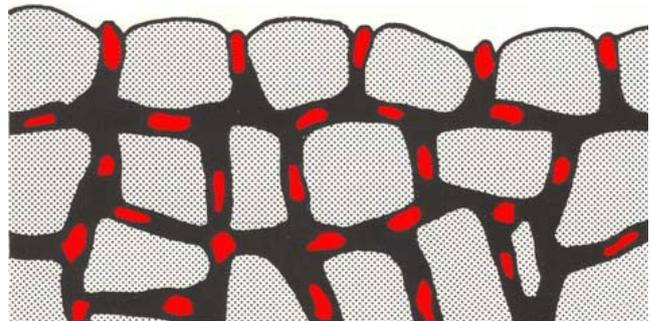


**Figura 2: Fluxograma do processo úmido**

Fonte: Os autores.

a) Processo Úmido: “são adicionadas partículas finas de borracha ao cimento asfáltico, produzindo um novo tipo de ligante denominado asfalto-borracha” (BERTOLLO, 2000).

A borracha moída representa de 5 a 25% do peso total do ligante, e é incorporada ao ligante asfáltico antes de se adicionar o agregado asfalto-borracha. (KAMIMURA, 2000).

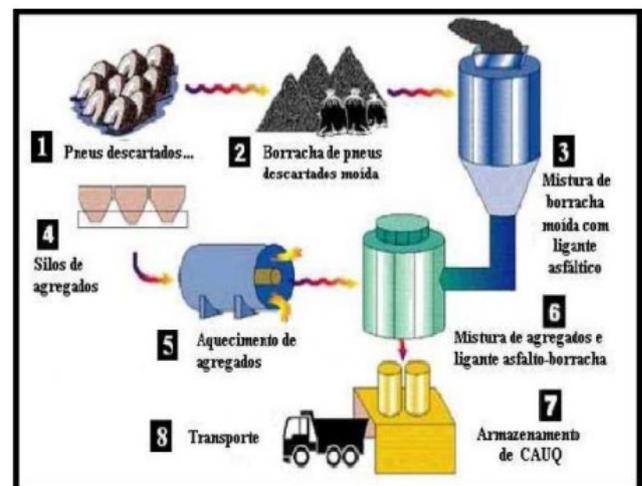


**Figura 3: Processo seco de incorporação de borracha em misturas asfálticas**

Fonte: Os autores

b) Processo Seco: “partículas maiores de borracha substituem parte dos agregados pétreos”. Após a adição do ligante, formam um produto denominado “concreto asfáltico modificado com adição de borracha” (BERTOLLO, 2000). A borracha moída representa cerca de 1% a 3% do peso total da mistura, é incorporada ao agregado-borracha, antes de se adicionar o ligante asfáltico (em substituição a uma pequena parte dos agregados finos) (KAMIMURA, 2000).

De modo geral podemos seguir o fluxograma abaixo:



**Figura 4: Fluxograma geral de produção do asfalto borracha**

Fonte: (BERNUCCI, L. et al., 2006, p. 76)

Onde os pneus descartados têm a borracha separada e triturada pelo processo anteriormente descrito, mistura-se a borracha moída com os ligantes de asfalto e armazena-se em silos para posterior aquecimento dos agregados, ocorrendo à mistura de agregados e ligantes do asfalto-borracha, para

finalmente armazenar-se o CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente) e transporte para fazer uso.

Os equipamentos necessários para a usinagem do Asfalto Borracha são:

- Fornos de aquecimento do material betuminoso, capaz de aquecer o mesmo e mantê-lo dentro dos limites especificados de temperatura;
- Equipamento de secagem e aquecimento de agregado, capaz de eliminar a umidade do mesmo, de aquecê-lo e mantê-lo dentro dos limites especificados de temperatura;
- Moedor ou triturador de borracha (para transformar os pneus em borracha moída)
- Tambores magnéticos, responsáveis por separar os metais que constituem os pneus.
- Termômetro para o controle de temperatura do material betuminoso e do agregado;
- Equipamento misturador capaz de efetuar uma mistura homogênea e intimamente ligada, entre o agregado mineral, a borracha moída e o material betuminoso;
- Silos para armazenagem dos agregados minerais e da borracha moída.
- Tanques para armazenagem de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP).
- Tanques térmicos para armazenagem da mistura já pronta.

## CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos aqui apresentados, e analisando-os de acordo com os parâmetros de melhoria para com o meio ambiente, sustentabilidade e otimização do produto final gerado, conclui-se que o tema aqui tratado é de extrema importância para todos, uma vez que através do processo em questão retira-se um dejetivo inservível, que levaria cerca de 600 anos para se decompor, do meio ambiente, para reaproveitamento do seu material na produção de um novo agregado, que é o asfalto borracha. Asfalto este que tem qualidade superior ao asfalto comum, leva mais tempo até precisar de reparos, sua alta viscosidade reduz a possibilidade de fraturas, evita riscos de aquaplanagens em dias de chuva, e a adesão ao agregado asfáltico é melhor.

## AGRADECIMENTOS

A nossa família, que tem nos apoiado em todos os momentos da nossa trajetória acadêmica.

Em especial ao Engenheiro Químico Marcel Medeiros de Araújo, pela dedicação, companheirismo e conhecimentos passados neste trabalho desenvolvido.

## REFERÊNCIAS

[1] ALMEIDA, M.C. *Estudo do Ciclo de Vida do Pneu Automotivo e oportunidade para disposição final de pneus inservíveis*. In: KAMIMURA, Eliane. *Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil*. Dissertação de Mestrado De Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2002.

[2] BERTOLLO, S.M.; Fernandes J.J.L; SCHALCH. V. *Benefícios da incorporação de borracha de pneus em pavimentos asfálticos*. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293475> .> Acesso em: 24 de set.2012.

[3] BOLSA DE RECICLAGEM DO SISTEMA FIEP. *Como é o processo de reciclagem de pneus*. Boletim Informativo. Ano I, n.3, JUL/AGO/2001. Disponível em: 94 <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&c.../pneus.htm>>. Acesso em: 14 de outubro de 2012.

[4] PIRELLI. *Pneus, informações técnicas*. Disponível em: <<http://www.pirelli.com.br/pr/pneumatici/infotek/index.htm> >. Acesso em: 02 de outubro de 2012.

[5] GRECA Asfaltos. *Estudo comparativo do desempenho de um recapeamento utilizando asfalto borracha*. Disponível em: <[http://www.flexpave.com.br/leiamais\\_ecoflex/14\\_livro\\_asfalto\\_borracha\\_2006.pdf](http://www.flexpave.com.br/leiamais_ecoflex/14_livro_asfalto_borracha_2006.pdf)> Acesso em: 24 de setembro de 2012.

[6] PIRELLI CLUB TRUCK. *Destinação Correta Para Os Pneus Inservíveis*. Disponível em: <<http://www.pirelliclubtruck.com.br/revistaclubtruck/revista/truck09/alerta.html> >. Acesso em: 20 de setembro de 2012.

[7] BENEFÍCIO do Asfalto – Borracha <http://www.revistameioambiente.com.br/2008/03/27/70/>. Acesso em 15 de outubro de 2012.

[8] BERTOLLO, S. A. M.; FERNANDES JR., J. L.; SCHALCH, V. *Benefícios da Incorporação de Borracha de Pneus em Pavimentos Asfálticos*.