



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

RODRIGO MARTINS SAYEGH

**ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE BORRACHA
PROVENIENTES DO PROCESSO DE RECAPAGEM DE PNEUS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

2014

Rodrigo Martins Sayegh

**ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE BORRACHA
PROVENIENTES DO PROCESSO DE RECAPAGEM DE PNEUS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Programa de Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de bacharel em Engenharia de Transportes e Logística.

Orientador: Wagner Maurício Pachekoski

Joinville
2014

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo apoio e força.

Aos meus pais, Eliete Martins Sayegh e Ricardo Sayegh (*in memorian*), pela educação e por terem sido batalhadores na missão de criar dois filhos, fazendo o possível e o impossível para nos dar apoio, força e perseverança, que foram, são e sempre serão nossa base mais sólida.

A minha namorada Thainá, que por diversas vezes me apoiou, me ajudou, me deu força para seguir em frente mesmo nos momentos mais difíceis, nunca me abandonou e sempre acreditou em mim mesmo que nem mesmo eu acreditasse mais.

A minha irmã Renata, que sempre esteve pronta a me ajudar independente da hora e situação, seja cedo ou tarde, estando sempre de braços abertos e pronta para ajudar.

Aos meus avós (*in memorian*), minha avó Izolina e meus tios Eliane e Wagner, que além do apoio financeiro nunca faltaram com o apoio moral e espiritual, estando sempre prontos a me ajudar seja o dia que for.

Ao meu orientador, Wagner, que esteve sempre pronto para me ajudar nos meus erros e deslizes, sempre disposto a melhorar o trabalho.

Aos professores que sem dúvida transmitiram diversos tipos de conhecimento sem os quais jamais seria possível a elaboração deste trabalho, agradeço imensamente a paciência que tiveram em momentos difíceis.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma alternativa para o reaproveitamento dos resíduos gerados nos processos industriais de recapagem e remoldagem de pneus. Os pneus são um grande passivo ambiental tendo em vista que seu tempo de decomposição na natureza é incalculável, além de serem também um grande gerador de focos do mosquito da dengue quando abandonados de forma inadequada. Desta maneira o trabalho se propõe a reaproveitar resíduos de borracha, bem como sobras de madeira MDF dos processos de produção de móveis e adesivos de empresas gráficas para produção de protetores de para choques personalizáveis a serem instalados em residências, indústrias, shoppings e restaurantes. Sendo assim, foram realizados testes mecânicos de resistência à compressão nas aparas de borracha, além de análises financeiras com o intuito de atestar a viabilidade de produção e expectativa de lucro. Ao final do trabalho concluiu-se que o projeto piloto é viável de ser produzido com base nos testes mecânicos, já que os mesmos comprovaram a impossibilidade de possíveis avarias quando em contato com o para choques do veículo e a análise financeira demonstra que sua produção inicial se mostra viável.

Palavras-chave: Recapagem, remoldagem, sustentabilidade, resíduos.

ABSTRACT

This paper aims to present an alternative to the reuse of waste generated in industrial retreading and tire remoulding. The tires are a major environmental liability considering that its decomposition time in nature is incalculable, and also be a major dengue mosquito outbreaks generator when left inappropriately. Thus the study aims to reclaim rubber waste and scrap wood MDF for furniture production processes and sticker printing companies to produce guards for customizable shocks to be installed in homes, industries, shopping malls and restaurants. Thus, mechanical tests were performed on the compressive strength of rubber scrap, and financial analysis in order to attest to the feasibility of manufacturing and expected profit. At the end of the work it was concluded that the pilot project is feasible to be produced on the basis of mechanical tests, since they proved the impossibility of possible damage when in contact with the vehicle to shocks and financial analysis shows that the initial production is validated.

Keywords: retread, remoulding, sustainability, waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estruturas de um pneu.....	14
Figura 2: Uso de pneus para decoração.....	20
Figura 3: Lavabo com pneus reciclados.....	Erro! Indicador não definido. 1
Figura 4: Aparas de banda de rodagem.....	Erro! Indicador não definido. 2
Figura 5: Cola termo ativada.....	Erro! Indicador não definido. 2
Figura 6: Bases de sobras de MDF.....	Erro! Indicador não definido. 3
Figura 7: Vista expludida do protetor de para choques.....	25
Figura 8: Protetor de para choques finalizado.....	27
Figura 9: Corpos de prova.....	28
Figura 10: Aparas dispostas sobre superfície de MDF.....	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico de Força de compressão versus Deformação, para corpos de prova de EVA e deformação limite de 50%.....	34
Gráfico 2: Gráfico de Força de compressão versus Deformação, para corpos de prova de borracha e deformação limite de 50%.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química dos pneus.....	16
Tabela 2: Protetores disponíveis na cidade de Joinville.....	21
Tabela 3: Altura média ao centro do para choques.	Erro! Indicador não definido.1
Tabela 4: Deformações para velocidade de 10Km/h.	Erro! Indicador não definido.3
Tabela 5: Forças e tensões nos corpos de prova.	Erro! Indicador não definido.4
Tabela 6: Forças e tensões nos corpos de prova.	Erro! Indicador não definido.5
Tabela 7: Gastos fixos iniciais.....	37
Tabela 9: Gastos com materiais no primeiro mês de produção.....	37
Tabela 9: Custo por unidade.....	37
Tabela 10: Lucro bruto por período.....	37
Tabela 11: Lucro líquido total esperado.....	38

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Energia cinética antes da colisão.....	Erro! Indicador não definido.
Equação 2: Energia cinética após a colisão.....	32
Equação 3: Perda de energia no impacto.....	33
Equação 4: Força de impacto.....	33

SUMÁRIO

Capítulo I – INTRODUÇÃO	12
Capítulo II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Pneus.....	14
2.1.1 Função.....	14
2.1.2 Estrutura.....	14
2.1.3 Composição.....	16
2.2 Métodos de condicionamento de pneus.....	17
2.2.1 Recapagem de pneus.....	17
2.2.2 Remoldagem de pneus.....	18
2.3 Métodos de reaproveitamento de pneus.....	19
2.3.1 Aplicação na engenharia.....	19
2.3.2 Construção de asfalto.....	20
2.3.3 Artesanato.....	20
2.3.4 Protetores para para choques.....	21
Capítulo III – MATERIAIS E MÉTODOS	
3.1 Materiais.....	22
3.1.1 Resíduos de banda de rodagem.....	22
3.1.2 Base de madeira em MDF.....	23
3.1.3 Restos de adesivo de empresa gráfica.....	23
3.1.4 Lixa de madeira	23
3.1.5 Cola de contato.....	24
3.1.6 Parafuso de fixação.....	24
3.2 Metodologia.....	24
3.2.1 Disponibilidade de matéria prima e captação.....	24
3.2.2 Seleção de materiais.....	24
3.2.3 Idealização do produto.....	25
3.2.4 Processo de produção.....	26
3.2.5 Caracterização do produto.....	27
3.2.6 Avaliação de viabilidade.....	28

Capítulo IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1	Disponibilidade de matéria prima e captação.....	29
4.2	Seleção de materiais.....	29
4.3	Idealização do produto.....	30
4.4	Processo de produção.....	30
4.5	Caracterização do produto.....	32
	4.5.1 – Forças para deformação da lataria de um veículo.....	32
	4.5.2 – Ensaio de resistência a compressão.....	33
4.6	Avaliação de viabilidade econômica.....	35
Capítulo V – CONCLUSÃO.....		39
REFERENCIAS.....		40
ANEXO I - Resolução do CONAMA nº 258/99 - Legislação que trata da destinação final de pneumáticos inservíveis.....		42

I – INTRODUÇÃO

O aumento da quantidade de resíduos industriais decorrente do crescimento da produção e novas tecnologias vem se tornando um dos principais problemas enfrentados pelas indústrias. Para muitos destes resíduos não são encontradas formas viáveis ou mesmo rentáveis de descartá-los de forma correta, ocasionando inúmeros problemas ambientais de contaminação, degradação e custos adicionais. No caso dos pneus, onde o modal rodoviário é o principal modo de despacho de produtos no Brasil (responsável pelo transporte de 74,53% dos produtos nacionais) e claramente afetado pela má qualidade das rodovias em nosso país, o desgaste prematuro dos pneus é inevitável, o que torna necessária cada vez mais precocemente a troca ou processos que geram grandes quantidades de resíduos sem utilidade (CNT, 2007). Segundo organizações internacionais, a produção diária de pneus novos está em cerca de 2 milhões em todo o mundo. Já o descarte de pneus velhos chega a atingir à marca de quase 800 milhões de unidades. No Brasil são produzidos cerca de 40 milhões de pneus/ano e quase metade dessa produção já é descartada nesse período. (ANIP, 2012)

Entidades e empresas que atuam no mercado de recauchutagem e reciclagem de pneus no Brasil têm empreendido várias ações para promover o desenvolvimento destas atividades. Entre elas podemos citar a criação de um Grupo de Trabalho composto de representantes destes órgãos, para atuar junto ao Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial na elaboração de uma norma que garanta a qualidade, tanto dos pneus novos quanto dos recauchutados, fabricados no Brasil. (IBAMA, 2011)

Além de ecologicamente correto, o reaproveitamento de borracha de pneus é um forte nicho de mercado, tendo em vista sua vasta gama de possibilidades. As aplicações deste tipo de material vão do recobrimento de áreas de lazer e quadras esportivas, tapetes para automóveis, colas e adesivos, tiras para indústrias de estofados até mesmo o uso em saltos e solados de sapatos.

Desta maneira, este trabalho tem como objetivo destinar resíduos de pneus, até então inúteis e com grande potencial poluidor, para uma aplicação limpa e

relativamente simples, facilmente aplicável, podendo a mesma ser oferecida a empresas, supermercados, shoppings, entre outros, como uma possibilidade de aplicação sustentável de baixo custo. Para tal será realizado o estudo da viabilidade de uso de resíduos da recapagem de pneus para a confecção de um protetor de para-choque contra impactos de uso em ambientes fechados (garagem).

O trabalho tem como principal objetivo o estudo de viabilidade do reaproveitamento de resíduos de borracha de pneus na confecção de um projeto piloto de um protetor de para-choque contra impactos de uso em ambientes fechados (garagem). Quanto aos objetivos específicos apresenta-se

- Disponibilidade de matéria prima e captação

Se faz necessário um acompanhamento do processo de recapagem de pneus em empresa na região de Joinville, a fim de verificar com qual frequência tal processo é efetuado e em que quantidades os resíduos são gerados.

- Estudo da viabilidade de produção

A viabilidade técnica do produto final acabado será estudada neste trabalho a fim de apresentar uma resposta à possibilidade de ingresso no mercado do produto.

- Estudo de propriedades mecânicas do produto final

O produto final será testado mecanicamente para garantia de sua confiabilidade e usabilidade final, bem como um teste comparativo com um produto de mesma função, hoje disponível no mercado, a fim de balizar a construção do produto.

- Estudo de viabilidade econômica

Será realizado um estudo do tempo de retorno do capital investido no produto final, a fim de verificar a viabilidade econômica do produto.

II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pneus

2.1.1 Função

Um pneu suporta todo o peso de um veículo, reduz o impacto com o solo o tempo todo, transmite a força do motor para o solo, força de frenagem e forças laterais. Mantém ainda o veículo em movimento, e para completar suas funções o pneu possui a obrigação de manter a câmara de ar que possui a pressão necessária para manutenção do pneu em sua forma necessária para resistir a grandes pesos e impactos. (HANKOOK, 2014).

2.1.2 Estrutura

Um pneu pode ser dividido em diversas partes conforme Figura 1.

Figura 1 – Estruturas de um pneu.



Fonte: Michelin (2012)

A. Revestimento de borracha interior

Camada de borracha sintética para contenção do volume de ar presente entre roda e pneu, sendo encontrada no interior do pneu e faz a função de câmara-de-ar.

B. A carcaça

A carcaça é uma estrutura flexível formada por filamentos (têxteis ou de aço) entranhados na borracha, que formam estruturas retas e se enrolam no aro do pneu. Sobre a carcaça colocam-se o resto de lonas e camadas de borracha que formam o pneu, onde suas funções são:

- Suportar a carga e a velocidade com ajuda da pressão.
- Participar na estabilidade e no conforto.
- Participar no rendimento e eficiência energética do pneu.

Numa carcaça de pneu de automóvel, existem cerca de 1.400 filamentos, cada um deles pode resistir uma força de 15 kg.

C. Zona baixa

Tem o papel de transformar o torque do motor em aceleração e prover a força necessária para aderência da banda de rodagem ao solo.

D. Aro de talão

Parte que se fixa e ajusta à roda. Formada por um filamento de aço rígido de forma e proporção variável segundo a dimensão e tipo do pneu. Nele enrola-se a lona carcaça e tem por funções:

- Fixar o pneu à roda.
- Realizar a vedação entre pneu e roda.
- Transmitir a potência do motor nos esforços de aceleração e frenagem.

Um aro pode suportar até 1.800 kg. sem risco de ruptura.

E. Flanco

O flanco é a zona compreendida entre a banda de rodagem e os talões do pneu. O flanco representa a altura do pneu e suas funções são:

- Suportar a carga
- Suportar as constantes flexões mecânicas

- Resistência às fricções e agressões.
- Participar na estabilidade e no conforto.

F. Lonas de topo

Estão constituídas por filamentos metálicos revestidos de borracha. Posicionam-se sobre a carcaça como uma cintura que garante a resistência mecânica do pneu à velocidade e à força de aceleração e absorção de impactos.

G. Banda de rolamento

A banda de rolamento é a parte do pneu que está em contacto com o solo e está formada por uma camada de borracha em que se realizam uma série de ranhuras que dão origem ao tipo de pneu e determinam seu tipo de uso, além de prover o escoamento da água presente em eventuais situações de piso molhado, chuva ou lama.

2.1.3 Composição

Os componentes e a porcentagem de cada material empregado na construção de pneus utilizados para automóveis, ou seja, uso leve e para carga, em caminhão e ônibus são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química dos pneus.

Materiais	Pneu automóvel (%)	Pneu carga (%)
Borracha natural	14	27
Borracha sintética	27	14
Negro de fumo (carbono)	28	28
Aço	14 / 15	14 / 15
Tecidos, aceleradores e óleos	16 / 17	16 / 17

Fonte: Ibama (2012)

A borracha natural, ao contrário do que muitos pensam não é o único componente do pneu. De um modo geral, ela sozinha não confere todas as características necessárias aos pneus, e portanto deve ser combinada com a borracha sintética, o negro de fumo (que tem por função fortificar a borracha, aumentar a resistência à abrasão e dissipar calor), óleos minerais (utilizados para amolecer a borracha, dar maleabilidade e propriedades físicas), o enxofre (utilizado com a finalidade de prevenir grandes deformações a altas temperaturas), e por fim os

aceleradores de processo que são feitos também à base de enxofre. (P.T Willians, 2014).

2.2 Métodos de recondicionamento de pneus

De acordo com Andrietta (2002), uma forma encontrada para amenizar o impacto dos pneus em desuso no meio ambiente, foi a criação e utilização de métodos de reciclagem e reaproveitamento destes produtos, e dentre elas, o reuso tem sido um mecanismo bastante utilizado para conter o descarte. A legislação que trata da destinação final de pneumáticos inservíveis, Resolução do CONAMA nº 258/99, pode ser encontrada no Anexo 1.

O Brasil ocupa o segundo lugar no ranking mundial de reaproveitamento de pneus, técnica esta que obedece a normas e padrões de conformidade e processos, adiciona novas camadas de borracha aos pneus velhos, aumentando desta forma a vida útil dos pneus em 100% e uma economia de 80% de energia e matéria prima em relação à produção de novos pneus, dentre estes métodos podemos citar a recapagem e remoldagem.

2.2.1 Recapagem

De acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2006), a recapagem é o “processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem”, onde banda de rodagem representa toda a parte do pneu em contato com o solo.

Esse processo é comumente utilizado em pneus de caminhões e de ônibus, sendo que é realizada somente substituição da banda de rodagem. A maior vantagem está justamente para veículos pesados, pois o processo de recapagem pode ser realizado até seis vezes por pneu, porém, somente os pneus de linha pesada estão preparados para esta quantidade de processos de reforma, pois foram projetados para tal.

Somente os pneus novos são certificados compulsoriamente pelo Inmetro, passando por ensaios, previstos em Regulamento, onde é verificada a sua resistência. Nesses pneus é obrigatório o uso da marca do Inmetro, localizada em pelo menos um

dos flancos do pneu e uma sequência de três números que identifica a empresa fabricante. Todos os pneus fabricados pela mesma empresa terão o mesmo número de identificação da certificação.

A partir do dia primeiro de julho de 2006, todos os pneus reformados destinados a automóveis, camionetas e caminhonetes foram obrigados a ser certificados. Cada pneu reformado deve apresentar afixadas de forma legível, estampadas em alto relevo ou em etiqueta vulcanizada na lateral as seguintes informações: a expressão Recauchutado, Recapado ou Remoldado; a designação da dimensão do pneu, capacidade de carga e limite de velocidade; a identificação do tipo de estrutura ou de construção da carcaça; a expressão "M+S" ou "M&S" quando se tratar de pneu para lama ou neve; a marca do reformador; o C.N.P.J do reformador; a expressão "Sem Câmara" para pneu projetado para uso sem câmara; a data de reforma - mediante uma sequência de quatro números onde os dois primeiros indicam cronologicamente a semana da reforma e os dois últimos indicam o ano - e indicadores de desgaste da banda de rodagem, do índice de carga e de velocidade indicando a conformidade ao regulamento técnico.

Pelo Programa de Avaliação da Conformidade de Pneus, o ensaio de velocidade sobre carga é o mesmo realizado nos pneus novos e nos reformados, onde é testada a resistência dos pneus. No ensaio, o pneu não pode apresentar as deformações previstas no regulamento. (INMETRO, 2014).

2.2.2 Remoldagem de pneus

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2006, p. 4), a remoldagem é o “processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem, dos seus ombros e de toda superfície de seus flancos.

De acordo com a Bs Colway Pneus (2007), o processo de remoldagem consiste na remoção da borracha da carcaça, desde o talão até o outro talão. Neste processo, diferentemente dos outros, o pneu é inteiramente reconstruído e vulcanizado sem qualquer emenda, proporcionando melhor distribuição de massa. O pneu liberado, após a inspeção inicial, passa pela operação de raspagem, onde tem sua borracha

totalmente removida e após a raspagem, a carcaça passa por uma nova inspeção, para detectar possíveis falhas na inspeção anterior, ou mesmo para detectar falhas no processo de raspagem.

Na fase seguinte, é borrifada uma solução adesiva na carcaça, onde a borracha será filetada, como um carretel, formando uma nova banda de rodagem e juntamente como este processo são colados novos flancos, pois esta região recebe grande parte dos esforços na rodagem.

Após os processos anteriormente descritos, o pneu é balanceado para na sequência ser vulcanizado a uma temperatura de 155°C por 18 minutos, formando uma camada igualitária de borracha, onde a banda de rodagem recebe o desenho do molde utilizado na vulcanização.

Em seguida, o pneu passa pela inspeção final e pela operação de acabamento, em que o pneu é inflado a 50 libras de pressão e depilado para a remoção de rebarbas decorrente do processo de vulcanização.

Este processo traz como benefícios a economia de 20 litros de petróleo na fabricação dos pneus para veículos de passeio e de 40 litros na fabricação dos pneus para caminhonetes, se comparados com a fabricação de novos produtos. (BS COLWAY PNEUS, 2007).

2.3 Métodos de reaproveitamento de pneus

2.3.1 Aplicação na engenharia

O uso de carcaças de pneus na engenharia civil envolve diversas soluções criativas, em aplicações bastante diversificadas, tais como, barreira em acostamentos de estradas, elemento de construção em parques e playgrounds, quebra-mar, obstáculos para trânsito e, até mesmo, recifes artificiais para criação de peixes, além de aplicações para ornamentação em jardins conforme figura 2 (SO BIOLOGIA, 2014).

Figura 2 – Uso de pneus para decoração.



Fonte: Boa dicas (2014).

2.3.2 Construção de asfalto

O processo envolve a incorporação da borracha em pedaços ou em pó. Apesar do maior custo, a adição de pneus no pavimento pode até dobrar a vida útil da estrada, porque a borracha confere ao pavimento maiores propriedades de elasticidade perante mudanças de temperatura. O uso da borracha também reduz o ruído causado pelo contato dos veículos com a estrada. Por causa destes benefícios, e também para reduzir o armazenamento de pneus velhos, o governo americano requer que 5% do material usado para pavimentar estradas federais seja de borracha moída (SO BIOLOGIA, 2014).

2.3.3 Artesanato

Muitos artistas plásticos, artesões e arquitetos fazem uso de pneus em desuso para inúmeras aplicações, construindo diversos tipos de produtos e decorando ambientes de forma exclusiva e ecologicamente correta. A seguir na Figura 3, uma aplicação para decoração.

Figura 3 - Lavabo com pneus reciclados.



Fonte: Artesanato e reciclagem (2014)

2.3.4 Protetores para para-choques

Das mais diversas aplicações possíveis com pneus e até mesmo borracha de pneu proveniente de sobra de processos podemos citar a construção do protetor de para choques, onde basicamente são reaproveitadas tiras dispostas de acordo com a necessidade e coladas em uma base de MDF para suporte, que se comparados com os produtos disponíveis atualmente, confeccionados em EVA, são muito mais sustentáveis. De todas as empresas pesquisadas na cidade de Joinville, a Cattoni pneus foi a que se mostrou interessada em contribuir para o projeto fornecendo as aparas de borracha.

Produtos similares disponíveis para venda no mercado, confeccionados em EVA, possuem preços variando entre R\$ 19,00 e R\$ 59,00, de acordo com tamanho e forma. (LOJA DO SÍNDICO, 2014).

Em Santa Catarina, na cidade de Joinville existem duas lojas onde se pode encontrar protetores de para choques, ambos em EVA, são elas Balarotti e 1001. Abaixo, na tabela 2 verificam-se dois modelos disponíveis com seus respectivos preços.

Tabela 2 – Protetores disponíveis na cidade de Joinville.

Loja	Especificação	Preço (R\$)
Balarotti	Protetor em EVA (46cmX10cmx6cm)	39,00
1001	Cantoneira EVA (75cmx10cmx10cm)	29,00

Fonte: autor, 2014

III – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Resíduos de banda de rodagem

Os resíduos foram captados na empresa Cattoni Pneus S.A, provenientes da sobra do processo de recapagem, sendo classificados como retalhos. Todos os resíduos são de borracha, de formas retangulares medindo 22 centímetros de comprimento e largura de 6 centímetros em média, conforme Figura 4. Todos os resíduos possuem ainda cola termo ativada em sua face inferior, conforme figura 5, e para que seja possível ativá-la, em escala industrial se faz uso de auto clave com temperatura em torno de 100°C.

Figura 4 – Aparas de banda de rodagem.



Fonte: Próprio autor (2014)

Figura 5 – Cola termo ativada.

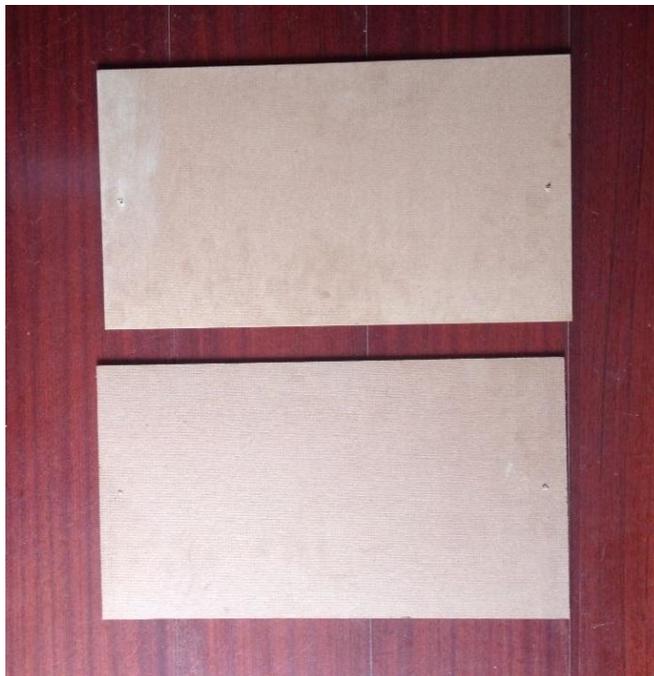


Fonte: Próprio autor (2014)

3.1.2 Base de madeira em MDF

Para dar sustentação e forma às aparas de borracha será utilizado um resíduo retangular de madeira MDF proveniente da sobra do processo de fabricação e reforma de móveis, com medidas de 45cm de largura e 25 centímetros de, conforme Figura 6.

Figura 6 – Bases de sobras de MDF.



Fonte: Próprio autor (2014)

3.1.3 Restos de adesivo de empresa gráfica

Para customização e embelezamento do produto foram utilizados sobras de adesivos coloridos da empresa gráfica WSI, especializada na confecção e produção de adesivos, banners e logotipos na cidade de Joinville. As sobras de adesivos, bem como os adesivos são confeccionados em polímeros vinílicos.

3.1.4 Lixa de madeira

Lixa específica para madeira de graduação 220, para preparação da superfície de MDF anterior à aplicação de cola.

3.1.5 Cola de contato

Para que haja uma perfeita adesão das aparas de borracha ao MDF reciclado, fez-se necessário o uso de cola de contato, cuja composição possui PVA.

3.1.6 Parafuso de fixação

Parafuso com rosca grossa e bucha de 5 milímetros, para que o protetor de para choques possa ser afixado em paredes de alvenaria.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Disponibilidade de matéria prima e captação

Foram pesquisadas empresas do ramo de recapagem de pneus da região de Joinville e foram encontradas 3 empresas, Cattoni Pneus S.A, Recap e Recapadora Eldorado. A fim de facilitar a logística, foi selecionada a empresa localizada próxima à região idealizada para a coleta (Região Norte, próxima ao campus da UFSC). Das 3 empresas selecionadas, a empresa Cattoni Pneus S/A demonstrou interesse no projeto e disponibilizou o material necessário para a produção de projeto piloto.

A Cattoni pneus é uma empresa de médio porte, especializada na recapagem e remoldagem de pneus de caminhões, empresa está que tem produção diária de 130 pneus recapados, porém não existe exportação da produção, tendo em vista que o custo de um pneu recapado estaria, após importado, muito próximo de um novo, inviabilizando assim o negócio, bem como não importa pneus usados pois há grande produção de matéria prima no Brasil.

3.2.2 Seleção de materiais

Todas as aparas de banda de rodagem, com suas variadas medidas, foram separadas de acordo com tipo de desenho da banda e tamanho, para uma melhor adaptação à superfície de MDF e conseqüente melhor apresentação do produto final.

A base em MDF teve sua forma plana como principal requisito a fim de tornar a aderência do material mais fácil, e duas furações para parafuso passante com bucha de 5mm foram feitas a fim de afixá-la na parede.

Os adesivos foram escolhidos de acordo com o material de sobra dos trabalhos realizados pela empresa gráfica WSI.

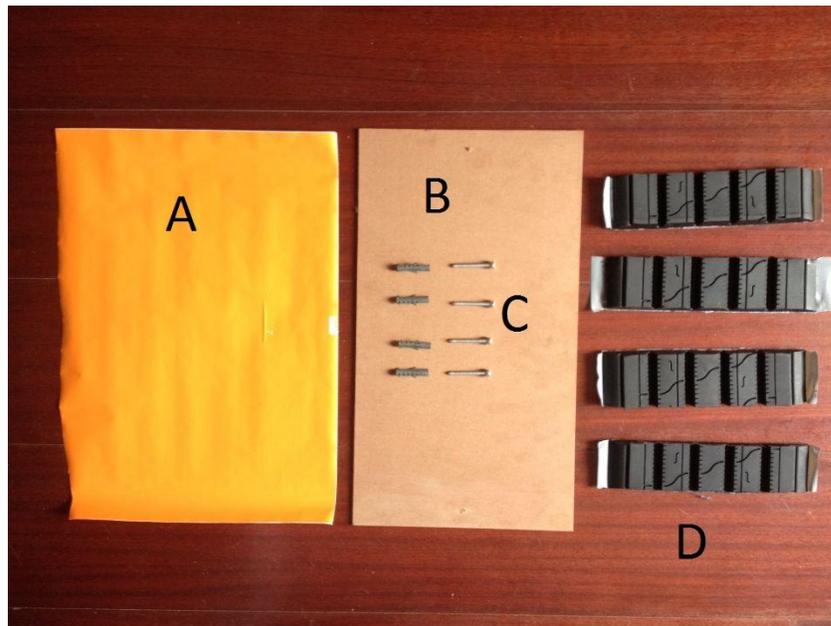
3.2.3 Idealização do produto

Foram estabelecidos critérios para a idealização do produto, entre eles:

- O produto final deve ser confiável o suficiente para suportar os impactos dos para choques dos veículos;
- Deve ser facilmente fixado na parede e manter a fixação de forma permanente;
- Deve ser facilmente personalizável atendendo facilmente à diferentes necessidades e exigências de possíveis clientes, inclusive com propagandas de divulgação de empresas, temas divertidos, frases para reflexão, entre outros;
- Deverá servir como um nicho de mercado onde empresas podem divulgar sua marca a um baixo custo, além de proteger os veículos de possíveis danos quando em contato com a parede;

A vista expludida do produto pode ser observada na figura 7, bem como todos os materiais utilizados na confecção do protetor de para choques:

Figura 7 – Vista expludida do protetor de para choques.



Fonte: autor, 2014

A - Resíduo de adesivo: tem como função a finalização do produto e personalização de acordo com a necessidade. Serve ainda para proteção das borrachas, MDF e parafusos.

B - Base em MDF: tem como função conferir forma desejada ao produto de acordo com seu uso e serve de suporte rígido para as aparas de borracha.

C - Parafusos com buchas: tem como função a fixação do protetor em parede de alvenaria.

D - Resíduos de borracha do processo de recapagem e remoldagem: tem como função absorver os impactos dos para choques de veículos.

3.2.4 Processo de produção

O processo de produção é de execução relativamente simples, onde os materiais utilizados se adaptam facilmente às formas necessárias para o produto e são facilmente encontrados. Desta maneira, o procedimento adotado para a montagem e fixação do protetor em paredes de alvenaria são as seguintes:

Corte da matéria-prima: A base em madeira MDF foi cortada nas medidas de 25cm X 45 cm.

Lixamento: Com a base de MDF em mãos e já na medida específica, para melhor adesão das borrachas à superfície de MDF, deve-se lixar suavemente com lixa fina #220.

Colagem: A cola deve ser aplicada com auxílio de um pincel, em ambas as superfícies, tanto da base de MDF bem como na parte a ser colada da borracha, após a aplicação da cola deve-se aguardar em torno de 5 a 10 minutos para pré-secagem da cola, e após este período ambas as partes devem ser unidas.

Furação: Com o auxílio de furadeira são realizados furos na peça para fixação e colocação dos parafusos específicos para alvenaria, com suas respectivas buchas de nylon.

Revestimento: Para acabamento final, os adesivos devem ser cuidadosamente colados na superfície a ser visualizada de forma a embelezar o produto e promover a possibilidade de aplicação de logos, pinturas, frases, telefones ou marcas de empresas e/ou novos negócios;

De acordo com todos os requisitos necessários citados anteriormente para a produção do projeto piloto, temos abaixo, de acordo com a figura 8 o protetor de para choques pronto.

Figura 8 – Protetor de para choques finalizado.



Fonte: autor, 2014

3.2.5 Caracterização do produto

Afim de se obter uma estimativa das propriedades mecânicas do absorvedor de impacto confeccionado, foram comparadas as propriedades do mesmo com amostras de material EVA utilizado na confecção de produto similar disponível no mercado e com mesma função. Foi ainda utilizado a norma ASTM 395-03 como referência, a fim de avaliar a energia necessária para deformar um corpo de prova elastomérico a partir de uma força compressiva.

Ambos os testes foram realizados de forma gratuita no departamento de engenharia mecânica da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em laboratório próprio da instituição.

Para os testes foram confeccionados três corpos de prova para cada tipo de material, onde os corpos de prova de EVA possuem área de $0,001225 \text{ m}^2$ e os de borracha área de $0,000375 \text{ m}^2$ cada um, seguindo a norma ASTM 395-03, de acordo com figura 9.

Figura 9 – Corpos de prova.



Fonte: autor, 2014

Para o ensaio foi utilizada máquina de ensaio universal marca Emic com célula de carga de 100 KN, velocidade de 10 mm/min e com interrupção de ensaio ao atingir 50% de deformação.

Para que seja possível analisar o comportamento de um veículo no momento em que se choca com o protetor de para choques bem como a deformação da lataria veículo, foi utilizado como base o trabalho de (RECHNITZER, 2014).

3.2.6 Avaliação de viabilidade

O modelo de análise de viabilidade econômica proposto neste estudo, foi baseado na metodologia de análise de fluxo de caixa descontado, no qual foi estimado a viabilidade econômica para a produção do protetor de para choques. (SEBRAE, 2014)

Para avaliar a viabilidade, foram listados a matéria prima e considerada a mão de obra de um trabalhador recebendo um salário mínimo de R\$ 724,00 (GUIA TRABALHISTA, 2014), e todos os encargos necessários para a contratação do mesmo.

IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resíduos foram captados diretamente na empresa Cattoni Pneus S.A, que efetua serviços de recapagem e remoldagem de pneus para caminhões e ônibus. Os resíduos do processo se dão na forma retangular e não possuem uso ou algum tipo de captação específico, sendo assim são descartados em lixo comum, fazendo com que seja necessária a devida captação destes resíduos nas empresas.

4.1 Disponibilidade de matéria prima e captação

Para captação de matérias na empresa Cattoni pneus, devido à seu grande volume de produção de resíduos, cerca de 50 quilogramas semanalmente, fez-se necessário o uso de veículo motorizado para recolhimento de material. A princípio havia-se cogitado a hipótese de efetuar a captação por meio de bicicleta cargueira, a fim de promover a sustentabilidade geral do projeto, ou mesmo efetuar a captação em mochilas, porem a distancia a ser percorrida da empresa até o local para montagem dos protetores é demasiadamente grande, em torno de 4 quilômetros, somado isso ao fato de que as aparas são pesadas, em torno de 500 gramas cada uma, fez-se assim necessário o uso de veiculo motorizado.

4.2 Seleção de materiais

Devido a premissa inicial de se criar um produto ecologicamente correto, todos os materiais utilizados na confecção do protetor de para choques, com exceção dos parafusos, são materiais provenientes de sobra de processos industriais e de empresas gráfica e moveleira, atendendo assim totalmente ao quesito sustentabilidade tão em voga nos dias atuais.

Ambos os materiais foram selecionados de acordo com sua forma e cor no caso dos resíduos de empresa gráfica para melhor adaptação e apresentação final do produto, no caso das bases em MDF, foram cortadas de tamanho e forma de modo a atender as necessidades de cada aplicação, e as aparas de borracha são selecionadas de acordo com suas formas e tamanhos para melhor adaptação a superfície de MDF.

4.3 Idealização do produto

O produto foi pensado para atender a praticamente qualquer ramo de negócio ou mesmo pessoas físicas, idealizado para ser extremamente versátil e ecologicamente correto, de fácil aplicação e impacto zero ao meio ambiente. Devido às características dos materiais captados e processos adotados, foi possível construir um produto em total acordo com as propostas iniciais, apenas com a necessidade de aplicação de cola de contato, tendo em vista que a cola já presente nas aparas não é passível de ser ativada em forno convencional.

Testes de adesão da tinta dos adesivos com os para choques dos veículos bem como outros materiais, não foi realizado porém poderia ser facilmente aplicado.

Abaixo temos a figura 10 demonstrando a disposição das aparas em uma superfície de MDF sem a aplicação dos adesivos.

Figura 10 – Aparas dispostas sobre superfície de MDF.



Fonte: autor, 2014

4.4 Processo de produção

De acordo com o processo de produção proposto foram utilizadas ferramentas simples e de fácil acesso, como operações de fácil execução. Algumas considerações são realizadas abaixo, sobre as diversas etapas da produção.

Para o corte do MDF, a própria empresa de fabricação e reforma de moveis, situada no bairro Costa e Silva, na cidade de Joinville, disponibilizou infraestrutura e

mão-de-obra para a realização do serviço de forma gratuita, uma vez que tais resíduos geram trabalho ou mesmo gastos para descarte, tornando tal atividade interessante e vantajosa para ambas as partes.

Na etapa de colagem, para uma perfeita adesão das aparas de borracha na superfície de MDF, verificou-se a necessidade de efetuar o lixamento de forma suave e igualitária até que a superfície se torne menos rugosa e conseqüentemente mais apta ao recebimento de cola. Caso contrário, as partes a serem coladas podem vir a ter uma menor adesão e futuramente vir a sofrer descolamento.

Na etapa de corte, visando atender à diversas necessidade, as dimensões da borracha absorvedora de impacto foram estimados levando-se em conta a altura média dos para choques de veículos de passeio e caminhonetes, tendo como referencia o ponto central dos para choques. Abaixo, na Tabela 3, seguem exemplos com alturas medias de veiculo de passeio e caminhonete especificadas pelos fabricantes.

Tabela 3 – Altura média ao centro do para choques.

Veiculo	Carro de Passeio (Exemplo: Volkswagen Gol 2014)	Caminhonete (Exemplo: Volkswagen Amarok 2013)
Altura media (cm)	40	67

Fonte: Volkswagen, 2014

Na etapa de colagem, o produto foi aplicado com auxílio de pincel, de forma a distribui-la uniformemente em ambas as superfícies a serem coladas, no caso, as aparas de borracha e base em MDF. Foi respeitado o tempo de pré-secagem estipulado no rótulo do produto de aproximadamente 8 minutos, para perfeita adesão, feito isso devem ser unidas as partes. Por ser uma superfície de MDF e portanto porosa, a cola se distribui de forma muito satisfatória e eficiente, promovendo uma colagem perfeita entre ambas as partes.

Na etapa de fixação, para que o protetor possa ser colocado no local desejado, deve-se medir exatamente o espaço necessário de acordo com cada necessidade específica de aplicação para que a furação seja feita, com auxílio de furadeira, de acordo com as medidas. A aplicação se dará em parede de alvenaria.

Na etapa de revestimento, o acabamento final se dá de forma igualitária, distribuindo o adesivo por toda superfície das borrachas e se adaptando facilmente à

necessidade do cliente, de acordo com formas, tamanhos e cores disponíveis, bem como se atentando para a colagem final dos adesivos após fixado na parede o produto.

4.5 Caracterização do produto

4.5.1 – Forças para deformação da lataria de um veículo

Para perfeita caracterização do produto, se fazem necessários alguns cálculos relacionados à força necessária para avariar a lataria de um veículo, bem como as equações envolvidas e deformação da estrutura veicular.

O impacto entre dois veículos pode ser descrito matematicamente pelo emprego das leis do movimento e das leis físicas que governam o impacto.

A energia cinética dos dois veículos antes do impacto é dada pela equação 1:

Equação 1 – Energia cinética antes da colisão.

$$E_0 = 0.5(m * v_0^2)$$

Onde:

E_0 = energia cinética antes do impacto

m = massa do veículo

v_0 = velocidade antes do impacto

Após o impacto, a energia cinética do veículo será dada pela equação 2:

Equação 2 – Energia cinética após a colisão.

$$E_1 = 0.5(m * v_1^2)$$

Onde:

E_1 = energia cinética após o impacto

m = massa do veículo

v_1 = velocidade logo após o impacto

A perda de energia no impacto é dada pela equação 3 a seguir:

Equação 3 – Perda de energia no impacto.

$$\Delta E = E_0 - E_1 = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (v_1 + v_2)^2$$

Onde m_2 , seria a massa de um segundo veículo caso houvesse, bem como v_2 , a sua velocidade, porém em nosso estudo são desconsideradas pelo fato de o mesmo não existe, portanto com base nas formulações anteriores temos a equação 4 para força de impacto e consequente deformação:

Equação 4 – Força de impacto.

$$F = \frac{\Delta E}{s} \Rightarrow \Delta E = F \cdot s$$

Sendo assim, com base em dados extraídos da NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration, 2014) dos Estados Unidos da América, temos a tabela 4 a seguir para deformações e forças de impacto em veículos de passeio leves, médios e grandes para uma velocidade de 10Km/h, ou 2,77 m/s.

Tabela 4 – Deformações para velocidade de 10Km/h.

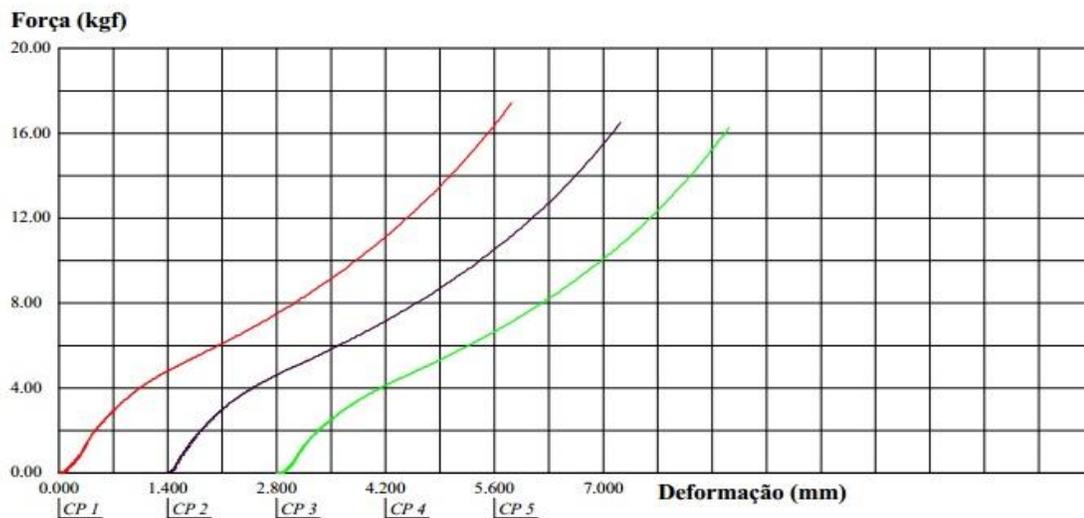
Veículo	Massa (Kg)	Deformação (mm)	Força de impacto (KN)
Pequeno	1100	102,2	84,401
Médio	1350	99,4	104,209
Grande	1750	163,2	82,276

Fonte: autor, 2014

4.5.2 – Ensaio de resistência a compressão

A fim de classificar os materiais empregados, tanto na confecção de um protetor de para choques padrão, produzido em espuma EVA e vendido atualmente em lojas especializadas, quanto em relação ao comportamento da borracha de reaproveitamento, foram efetuados testes de comportamento mecânico à compressão até sua ruptura que estão mostrados a seguir nos gráficos 1 e 2 respectivamente.

Gráfico 1 – Gráfico de Força de compressão versus Deformação, para corpos de prova de EVA e deformação limite de 50%.



Fonte: Laboratório de ensaios mecânicos (UDESC), 2014

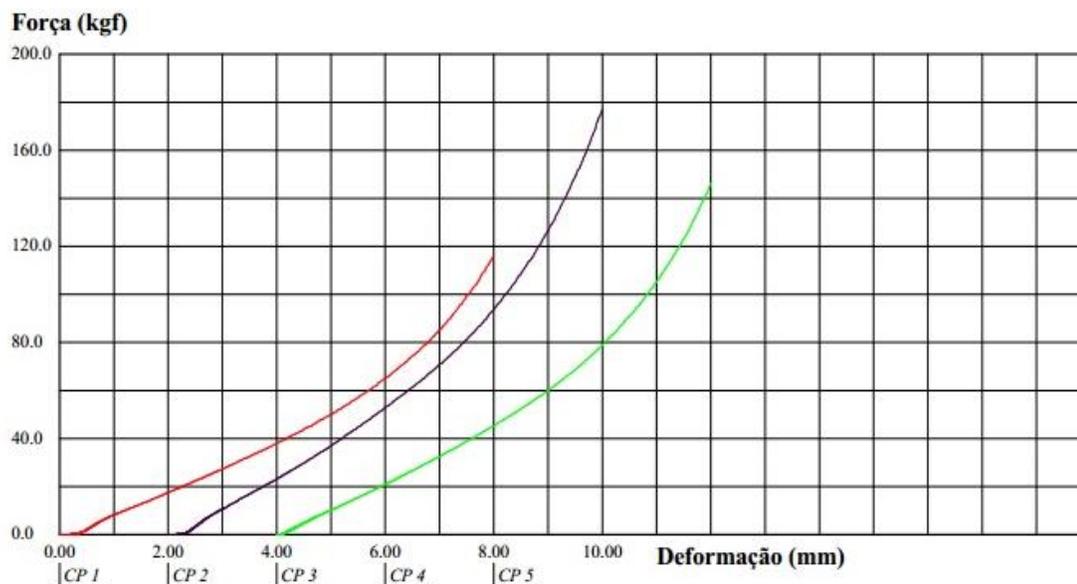
Tendo em mãos os resultados dos testes para a espuma EVA bem como a área de cada corpo de prova, e efetuando a transformação da unidade de força para Newton, podemos então calcular a tensão agindo sobre cada superfície, como descrito na tabela 5 abaixo.

Tabela 5 – Forças e tensões nos corpos de prova.

Elemento	Força (Kgf)	Força (KN)	Tensão (KPa)
Cp1	17,46	0,171	139,68
Cp2	16,52	0,161	132,16
Cp3	16,27	0,159	130,16

Fonte: Próprio autor (2014)

Gráfico 2 – Gráfico de Força de compressão versus Deformação, para corpos de prova de borracha e deformação limite de 50%.



Fonte: Laboratório de ensaios mecânicos (UDESC),2014

Tendo em mãos os resultados dos testes para a borracha bem como a área de cada corpo de prova, e efetuando a transformação da unidade de força para Newton, podemos então calcular a tensão agindo sobre cada superfície, como descrito na tabela 6 abaixo.

Tabela 6 – Forças e tensões nos corpos de prova.

Elemento	Força (Kgf)	Força (KN)	Tensão (KPa)
Cp1	116,67	1,143	3.100
Cp2	177,57	1,74	4.600
Cp3	146,21	1,432	3.800

Fonte: autor, 2014

Verifica-se assim, que a força necessária para que a borracha se deforme em 50% de seu tamanho inicial, é cerca de 70 vezes menor que a força necessária para avariar um veículo de porte pequeno. Sendo assim, impossibilitando uma possível avaria ao veículo em virtude do contato com o protetor de para choques.

4.6 Avaliação de viabilidade econômica

No estudo de viabilidade foram analisados os principais pontos a serem aplicados na estruturação de uma eventual linha de produção artesanal inicial de um

projeto piloto, levando em consideração a contratação de um funcionário, que deve receber todos seus encargos, gastos fixos e gastos com material, para assim ser possível extrair dados afim de projetar o lucro inicial no caso de uma pequena produção inicial.

Os dados coletados referentes aos custos foram coletados pelo próprio autor e divididos em forma de tabelas que facilitam a visualização dos mesmos, e por questão de simplificação dos cálculos não foram considerados impostos sobre faturamento.

As premissas adotadas para este estudo foram:

- a) Produção suficiente para pagamento de funcionários e contas;
- b) Objetivo de lucro líquido mínimo esperado de R\$ 3.000,00;
- c) Utilização de bancada de madeira com furadeira;
- d) Para efeitos de cálculo não foram levados em consideração os custos fixos com construção civil, pois levou-se em consideração a utilização de espaço já existente ou simples adaptação a qualquer ambiente;
- e) Adotou-se um capital de giro inicial de R\$ 500,00;
- f) Produção com regime de trabalho de 8 horas diárias durante 5 dias na semana;
- g) Possível tributação de acordo com o plano SIMPLES de incentivo à microempresários;
- h) Realizar a venda do produto inicialmente em condomínios residenciais e restaurantes;

O trabalhador será contratado para cumprir as 8 horas de trabalho diárias, com direito a 1 hora de almoço, durante 5 dias na semana.

Levando-se em consideração um produto semelhante disponível no mercado que possui valor de R\$ 40,00, adota-se o preço do protetor de para choques de R\$ 20,00 a unidade, necessitando de cerca de 20 minutos para montagem, com utilização de 25 mililitros de cola, dois parafusos de fixação com buchas e todos os outros materiais, teremos produção diária de 21 unidades e abaixo dados relativos ao processo na sequência.

Seguem abaixo tabelas 7 e 8, com custos relativos aos inícios de atividade no primeiro mês e tabela 9 o custo estimado por unidade de produto, onde os encargos

trabalhistas levam em consideração o pagamento de provisão de férias, 13º salário, e descanso semanal remunerado. (GUIA TRABALHISTA, 2014).

Tabela 7 – Gastos fixos iniciais.

Descrição	Preço (R\$)
Salário funcionário	724,00
Encargos trabalhistas	724,00
Captação de material	50,00
Energia elétrica	25,00
TOTAL	1.523,00

Fonte: autor, 2014

Tabela 8 - Gastos com materiais no primeiro mês de produção.

Material	Quantidade	Preço total (R\$)
MDF de reaproveitamento	47 m ²	0
Aparas de banda de rodagem	210 Kg	0
Cola	46 unidades	368,00
Parafusos com buchas	210 unidades	42,00
Restos de adesivos	48 m ²	0
TOTAL	-	410,00

Fonte: autor, 2014

Tabela 9 - Custo por unidade.

Material	Quantidade	Preço (R\$)
MDF de reaproveitamento	1	0
Aparas de banda de rodagem	500 gramas	0
Cola	25 mililitros	0,86
Parafusos com buchas	2 unidades	0,40
Restos de adesivos	0,11 m ²	0
TOTAL	-	1,26

Fonte: autor, 2014

Sendo assim, esperamos um lucro por unidade de R\$ 18,74. Levando em consideração o nível de produção e custos descritos acima, temos na tabela 10, o faturamento bruto da empresa.

Tabela 10 – Lucro bruto por período.

Período	Produção (Unidades)	Lucro bruto (R\$)
1 dia	21	393,54
1 semana	105	1.967,7
1 mês	420	7.870,8

Fonte: autor, 2014

Para possíveis imprevistos como acidentes, possíveis avarias em equipamentos ou mesmo possíveis adequações para produção foi considerado uma reserva de 25%.

Uma pequena produção piloto obterá, caso sejam vendidas todas as unidades, um lucro líquido esperado descrito na tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – Lucro líquido total esperado.

Gastos	Valor (R\$)
Salário do funcionário	724,00
Encargos trabalhistas	724,00
Material para 1 mês	410,00
Capital de giro	500,00
Captação de material	50,00
Conta de energia	25,00
Imprevistos (25%)	1.359,45
TOTAL	2.433,00
Lucro bruto total	7.870,80
Lucro líquido total	4.078,35

Fonte: autor, 2014

V - CONCLUSÃO

De acordo com os resultados o produto, em sua escala piloto, atendeu a todas as exigências e pré requisitos, sendo viável a sua produção e comercialização, tendo em vista que pode proteger qualquer veículo de possíveis danos quando em contato com alguma parede ou superfície rígida.

Por serem consideradas sobras de processo de fabricação de outros produtos e que eventualmente iriam para o lixo, sendo até mesmo descartados de forma inadequada, os materiais necessários para a confecção do protetor de para choques podem ser adquiridos de forma gratuita em empresas de recapagem e remoldagem de pneus, marcenarias e gráficas, respectivamente, o que torna a viabilidade econômica um de seus principais pontos fortes e atrativos à sua produção em maior escala.

A produção do protetor é de simples execução, com materiais de baixo custo e processos de fácil execução, podendo ser efetuadas sem necessidade de grande experiência em alguma área específica, bem como o espaço necessário para o processo é facilmente encontrado, podendo ser até mesmo fabricado em domicílio.

De acordo com os testes realizados em laboratório, o comportamento da borracha se dá de maneira muito satisfatória com relação à absorção de impactos e conseqüentemente realizando sua principal função no projeto, de evitar possíveis avarias no contato do veículo com a parede, respondendo satisfatoriamente à todos os requisitos, além de prover a fácil personalização do produto de acordo com qualquer necessidade de empresas, shoppings, mercados e até mesmo para pessoas físicas que desejem possuir um produto de decoração adaptado à sua necessidade e protegendo seu veículo.

O produto tem em ainda um baixo custo de produção, com aceitável viabilidade econômica e boa lucratividade mensal inicial.

VI – REFERÊNCIAS

Conselho Nacional do Meio Ambiente – “Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999”, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>>.

Acesso em: 1 de junho de 2014.

Associação Brasileira de resíduos sólidos – Tecnologias para reutilização de pneus, Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/conteudo/artigos.php?pag=integra&cod=222>>.

Acesso em: 10 de junho 2014.

IBAMA – Destinação de pneus inservíveis, Disponível em:

<<http://www.ibama.gov.br/publicadas/brasil-destina-85-dos-pneus-inserviveis>>. Acesso em: 10 de junho de 2014.

Associação de recicladoras de pneus – Destinação de pneus, Disponível em:

<<http://www.reciclanip.org.br/v3/formas-de-destinacao-para-onde-vao>>. Acesso em: 11 de junho 2014.

Serviço de apoio a pequenas e micro empresas – Estudo de viabilidade econômica,

Disponível em: <<http://www.sebrae-rs.com.br/index.php/consultoria-estudo-de-viabilidade-economico-e-financeiro>>. Acesso em: 14 de junho 2014.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Identificação da Destinação Final de Pneus Inservíveis – Relatório Técnico IPT/DEES no 71196. São Paulo: IPT, 2004, p. 81. Acesso em: 15 de Agosto de 2014.

P.T. Williams, S. Besler e D.T. Taylor; “The Pyrolysis of Scrap Automotive Tyres”; Fuel, 1990, 69(12), 1474-1482. Acesso em: 15 de Agosto de 2014

J.V. Dawkins; “Developments in Polymer Characterization” Elsevier Applied Science, Publishers, New York, 1986, part 5. Acesso em: 15 de julho de 2014

RECHNITZER, G. – "Design Principles for Underride Guards and Crash Test Results". Notes for SAE Heavy Vehicle Underride Protection TOPTEC, April 15-16 1997, Palm Springs, USA.

NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) Vehicle Crash Test Database. Acesso em: 1 de agosto de 2014

Associação nacional da indústria de pneumático – Pneus usados, Disponível em:

<<http://www.anip.com.br/?cont=institucional>>. Acesso em: 19 de agosto de 2014.

Banco do desenvolvimento econômico e social - BNDES. Disponível em:
<[http://www.bndes.gov.br/site BNDES export/sites conhecimento/relato](http://www.bndes.gov.br/site%20BNDES%20export/sites%20conhecimento/relato)>. Acesso em:
01 de setembro de 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DETRAN-PI -

Disponível em: <http://www.detrان.pi.gov.br/index.php?pagina=anuario_2008>. Acesso
em: 18 de setembro de 2014.

LEI. 3.666/2007. Asfalto Ecológico. Disponível em:

http://www.teresina.pi.gov.br/dom/doc_diario/DOM1176-1-31082007.pdf>. Acesso em
29 de outubro de 2014.

LERÍPIO, A. A. 2004. Disponível em: <[http://www.br.monografias.com/trabalho/residuo
industrial.shtml](http://www.br.monografias.com/trabalho/residuo%20industrial.shtml)>. Acesso em: 8 de novembro de 2014.

Anexo 1

Resolução do CONAMA nº 258/99 - Legislação que trata da destinação final de pneumáticos inservíveis

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando que os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que resulta em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública;

Considerando que não há possibilidade de reaproveitamento desses pneumáticos inservíveis para uso veicular e nem para processos de reforma, tais como recapagem, recauchutagem e remoldagem;

Considerando que uma parte dos pneumáticos novos, depois de usados, pode ser utilizada como matéria prima em processos de reciclagem;

Considerando a necessidade de dar destinação final, de forma ambientalmente adequada e segura, aos pneumáticos inservíveis, resolve:

Art.1º As empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas.

Parágrafo único. As empresas que realizam processos de reforma ou de destinação final ambientalmente adequada de pneumáticos ficam dispensadas de atender ao disposto neste artigo, exclusivamente no que se refere a utilização dos quantitativos de pneumáticos coletados no território nacional.

Art. 2º Para os fins do disposto nesta Resolução, considera-se:

I - pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos;

II - pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum-TEC;

III - pneu ou pneumático reformado: todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua vida útil de rodagem em meios de transporte, tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem, enquadrando-se, para efeitos de importação, no código 4012.10 da Tarifa Externa Comum-TEC;

IV - pneu ou pneumático inservível: aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional.

Art. 3º Os prazos e quantidades para coleta e destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneumáticos inservíveis de que trata esta Resolução, são os seguintes:

I - a partir de 1º de janeiro de 2002: para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

II - a partir de 1º de janeiro de 2003: para cada dois pneus novos fabricados no País ou pneus importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

III - a partir de 1º de janeiro de 2004:

a) para cada um pneu novo fabricado no País ou pneu novo importado, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;

b) para cada quatro pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;

IV - a partir de 1º de janeiro de 2005:

a) para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus novos importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;

b) para cada três pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a quatro pneus inservíveis.

Parágrafo único. O disposto neste artigo não se aplica aos pneumáticos exportados ou aos que equipam veículos exportados pelo País.

Art. 4º No quinto ano de vigência desta Resolução, o CONAMA, após avaliação a ser procedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, reavaliará as normas e procedimentos estabelecidos nesta Resolução.

Art. 5º O IBAMA poderá adotar, para efeito de fiscalização e controle, a equivalência em peso dos pneumáticos inservíveis.

Art. 6º As empresas importadoras deverão, a partir de 1º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, previamente aos embarques no exterior, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no art. 3º desta Resolução, correspondentes às quantidades a serem importadas, para efeitos de liberação de importação junto ao Departamento de Operações de Comércio Exterior-DECEX, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Art. 7º As empresas fabricantes de pneumáticos deverão, a partir de 1º de janeiro de 2002, comprovar junto ao IBAMA, anualmente, a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis estabelecidas no art. 3º desta Resolução, correspondentes às quantidades fabricadas.

Art. 8º Os fabricantes e os importadores de pneumáticos poderão efetuar a destinação final, de forma ambientalmente adequada, dos pneus inservíveis de sua responsabilidade, em instalações próprias ou mediante contratação de serviços especializados de terceiros.

Parágrafo único. As instalações para o processamento de pneus inservíveis e a destinação final deverão atender ao disposto na legislação ambiental em vigor, inclusive no que se refere ao licenciamento ambiental.

Art. 9º A partir da data de publicação desta Resolução fica proibida a destinação final inadequada de pneumáticos inservíveis, tais como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto.

Art. 10. Os fabricantes e os importadores poderão criar centrais de recepção de pneus inservíveis, a serem localizadas e instaladas de acordo com as normas ambientais e demais normas vigentes, para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente segura e adequada.

Art. 11. Os distribuidores, os revendedores e os consumidores finais de pneus, em articulação com os fabricantes, importadores e Poder Público, deverão colaborar na adoção de procedimentos, visando implementar a coleta dos pneus inservíveis existentes no País.

Art. 12. O não cumprimento do disposto nesta Resolução implicará as sanções estabelecidas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, regulamentada pelo Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 13. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.