



CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST – UNIFACVEST

ALICE CATARINE GLINSKI

**A VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL NOS PROCESSOS
RECAUCHUTAGEM E COLETA DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Lages

2018

ALICE CATARINE GLINSKI

**A VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL NOS PROCESSOS
RECAUCHUTAGEM E COLETA DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro Universitário Facvest - Unifacvest, como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia de Produção.

Centro Universitário Facvest - Unifacvest

Supervisor: Professor Dr. Rodrigo Botan

Lages

2018

ALICE CATARINE GLINSKI

**A VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL NOS PROCESSOS DE
RECAUCHUTAGEM E COLETA DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia de Produção e aprovado em sua forma final pelo Supervisor pedagógico do Curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário Facvest – Unifacvest.

Lages, (dia) de (mês) de (ano da aprovação).

Professor e Orientador Dr. Rodrigo Botan
Centro Universitário Facvest - Unifacvest

Professor e Coorientador Dr. Nilva Regina Uliana
Centro Universitário Facvest - Unifacvest

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar sabedoria, discernimento e resiliência.

Aos meus pais - Clécio Miguel e Ana Maria por batalharem junto comigo, e sempre estarem ao meu lado.

As minhas irmãs e irmão - Elis, Ana Carolina, Érica Camile e Elias, pela confiança e apoio.

Aos familiares que de alguma forma me ajudaram.

Aos amigos e colegas que conquistei nessa batalha, que sempre me motivaram e supriram a falta de casa.

A minha professora e orientadora Nilva Regina Uliana, por todo apoio, atenção e dedicação.

RESUMO

Devido ao crescente aumento da população e geração de resíduos sólidos e a forma de sua disposição no meio ambiente vem se tornando um grande problema ambientalista na sociedade moderna. Assim tornou-se imprescindível os estudos sobre formas de reaproveitamento do pneu inservível, visando diminuir os grandes estoques do material disposto no meio ambiente. Em todos os países existem estudos e novas tecnologias para reciclagem e reaproveitamento do pneu, no Brasil de acordo com as leis nacionais é responsabilidade do produtor e importador dar a destinação final e pós-consumo. Neste trabalho foram destacadas principais formas de reaproveitamento do pneu, recapagem e recauchutagem, de acordo com normas e recomendações para a atividade, aumentando a vida útil do pneu em até 100%, mostrando sua viabilidade econômica diminuindo o custo de produção de novos produtos, e ambiental sem a necessidade do extração de matéria-prima nova, também foram analisados aspectos como a legislação vigente, a relevância das entidades ANIP e Reciclanip para a organização de todo o processo referente ao tratamento ambientalmente correto do pneu. Visando diminuir os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto do pneu, e também o consumo de energia e matéria prima na produção de novos produtos, exalta a necessidade dos processos de reciclagem dos pneus.

Palavras chaves: pneus, reaproveitamento, reciclagem

ABSTRACT

Due to increasing population growth and solid waste generation and the way its disposal in the environment has become a major environmental problem in modern society. Thus, it became necessary to study the ways of reuse of the waste tire, in order to reduce the large stocks of material disposed in the environment. In all countries there are studies and new technologies for recycling and reuse of the tire, in Brazil according to the national laws it is the responsibility of the producer and importer to give the final destination and post-consumption. In this work, the main ways of reusing the tire, retreading and retreading, according to norms and recommendations for the activity were highlighted, increasing tire life up to 100%, showing its economic viability, reducing the cost of producing new products, and environmental aspects without the need for new raw material extraction, aspects such as the current legislation, the relevance of ANIP and Reciclanip entities for the organization of the whole process related to the environmentally correct treatment of the tire were also analyzed. In order to reduce the environmental impacts caused by the incorrect disposal of the tire, as well as the consumption of energy and raw material in the production of new products, exalts the need for tire recycling processes.

Keywords: tires, reuse, recycling

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Desenhos de versões do pneu inventado por R. W. Thompson (aerial wheel).....	15
Figura 2: Estrutura do pneu.....	17
Figura 3: Composição de Pneus Radiais para AutomóveisF	18
Figura 4: Análise externa do pneu.....	27
Figura 5: Análise interna do pneu.....	27
Figura 6: Torno de raspagem do pneu	29
Figura 7: Pneu pronto para processo de raspagem	29
Figura 8: Pneu após o processo de raspagem.....	29
Figura 9: Processo de escareação.....	31
Figura 10: Banda de Rodagem nova.....	32
Figura 11: Retirada de medidas e corte	32
Figura 12: Adesão da Banda de Rodagem	33
Figura 13: Fixação da nova banda de rodagem	33
Figura 14: Painel digital da Autoclave	34
Figura 15: Equipamento de inspeção.....	35
Figura 16: Vulcanização correta.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Litros de Petróleo consumidos para fabricação por unidade..... 24

Tabela 2: Empilhamento máximo das matérias primas..... 28

LISTA DE ABREVIATURAS

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

CLM - Council of Logistics Management

BNDES - Banco nacional do Desenvolvimento

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

EPI - equipamentos de proteção individual

PEPS - primeiro que entra primeiro que sai

ABR- Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	15
3.1 HISTÓRIA DO PNEU	15
3.2 FABRICAÇÃO DO PNEU	16
3.3 A PNEUMÁTICA NO BRASIL	18
3.4 LEGISLAÇÃO NO BRASIL	19
3.5 LOGÍSTICA REVERSA	20
3.6 PROGRAMAS DE DESCARTE DE INSERVÍVEIS - RECICLANIP	21
3.7 POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO DO PNEU	22
3.8 CENÁRIO DA REFORMA DE PNEUS NO BRASIL	23
4. METODOLOGIA	25
5. ESTUDO DE CASO	26
5.1 A EMPRESA TROPICAL PNEUS	26
5.2 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE CARÇAÇAS DE PNEUS DE CARGA	26
5.2.1 Uso de Equipamento de proteção individual	30
5.3 ESCAREAÇÃO	30
5.4 PROCEDIMENTO PARA O PROCESSO DE APLICAÇÃO DA BANDA NA CARÇAÇA	32
5.5 PROCEDIMENTO PARA O PROCESSO DE VULCANIZAÇÃO	33
5.6 INSPEÇÃO FINAL	34
5.7 CALIBRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS E PRAZOS DE CALIBRAÇÃO:	35
6. CONCLUSÃO	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

O processo logístico é responsável pela integração de todos os setores das empresas, responsável pela aquisição da matéria prima, processos e até a entrega do produto acabado ao consumidor final. Segundo Ballou (2006), ajustando a definição de logística do Council of Logistics Management (CLM), define a logística como o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente e custo-efetivo de materiais virgens, inventários intraprocessos, bens finalizados e informações relacionadas, do ponto de origem para o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes.

O crescimento populacional, o progresso econômico e o grande desenvolvimento industrial gera um gradativo aumento nos níveis de consumo e geração de resíduos de todas as formas. Visando melhorias nos impactos ambientais causado por esse aumento, a implantação da logística reversa visa contribuir em uma economia alternativa, com o reaproveitamento e reciclagem reintroduzindo esses resíduos no ciclo produtivo.

Ainda não se sabe a real definição de logística reversa, segundo Leite (2005) entendemos logística reversa como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Assim vamos destacar a produção de pneus no país, segundo fonte CTF/IBAMA do ano de 2016 apresenta uma quantidade de 53.411.924 unidades de pneus novos colocados no mercado, este número tem um crescente aumento anualmente.

Desde a década de 1970 são estudadas meios de descarte e reaproveitamento desse resíduo, que até então era descartado em aterros, ou ficavam em pilhas a céu aberto. Como ainda não se sabe qual realmente é o tempo de degradação de um pneu, por isso se tornou uma grande preocupação

ambiental, seu descarte em locais incorretos pode gerar sérios riscos. Como ocupa grande espaço em lixões, pode acumular água e servir de criadouro para a proliferação de insetos, jogado em rios pode obstruir a passagem de água e facilitar o risco de enchentes, ou ainda queimados, que durante a queima da borracha do pneu é liberado na atmosfera uma grande quantidade de gás carbônico e monóxido de carbono que são responsáveis pelo aquecimento global, além de outros gases prejudiciais à saúde pública.

Na intenção de diminuir os impactos ambientais e dar um fim ambientalmente correto a esse resíduo, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece que as empresas fabricantes, distribuidores desse produto passaram a desenvolver um sistema de logística reversa no fim do ciclo de vida útil do pneu, e ainda regulamenta que essas responsabilidades são dos órgãos governamentais juntamente com a Agência Nacional de Indústria de Pneumáticos.

Os principais processos que se destacam para o reaproveitamento do pneu quando sua vida útil acaba, são os processos de recapagem e recauchutagem de pneus, além de diminuir os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto, os processos de reciclagem diminuem os custos de produção, consumo de energia elétrica e utilização da principal matéria prima derivada do petróleo. É importante frisar que nem todos os pneus podem passar pelo processo de reforma. Para que isso ocorra é necessário que a estrutura do pneu esteja intacta para que ele cumpra sua função original quando for reutilizado, além disso, a questão de segurança não deve estar comprometida. (KAMIKURA, 2002)

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso na empresa Tropical Comércio e Reciclagem de Pneus LTDA me, que detalha como é feito os processos de recauchutagem e coleta para reciclagem de pneus, mostrando a importancia do pneu reformado tanto para economia nacional quanto para o meio ambiente, o significativo número de empregos que a área gera, este setor está cada vez se qualificando mais, produzindo redução de custos ns frotas e reduzindo impactos ambientais que podem ocasionar devido a grande emissão de CO2 na produção de um novo produto, e também pelo descarte incorreto em aterros.

A empresa Tropical Pneus possui qualificação do INMETRO para os processos que opera, seguindo normas que das portarias 444 (Registro de Declaração de Conformidade do Fornecedor do Inmetro), 544 (Programa Brasileiro de Etiquetagem de Pneus) e a nova 554 (Selo de Identificação de Conformidade) que segue padrões técnicos em todo território nacional.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Destacar o processo de recauchutagem e coleta de pneus para reciclagem e mostrar sua viabilidade econômica e ambiental.

2.2. Objetivos Específicos

- Apresentar a composição do pneu, e a viabilidade de sua reciclagem.
- Mostrar as leis vigentes no território nacional sobre a política de resíduos sólidos e sobre a reinserção de pneus inservíveis.
- Exibir como são feitos os processos de seleção de matéria prima até a reciclagem final
- Apresentar quais Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são utilizados em cada processo
- Apresentar os fundamentos de Logística Reversa na indústria pneumática.
- Expor como funciona a empresa Tropical Pneus como Ecoponto

3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A seguir serão apresentados os conceitos básicos que nortearão o presente trabalho.

3.1 HISTÓRIA DO PNEU

Em 1839, Charles Goodyear descobriu casualmente o processo de vulcanização da borracha, com isso em 1845 aproveitando-se desta descoberta, R. W. Thomson criou o pneu de borracha. Durante décadas muitas experiências foram sendo realizadas para o melhoramento das propriedades da borracha natural. A partir da Primeira Guerra Mundial, na Alemanha foi criada uma nova tecnologia para a fabricação da borracha sintética, uma vez que até este período os pneus dependiam em sua totalidade da matéria-prima borracha natural para sua confecção. (RAMOS, 2005).

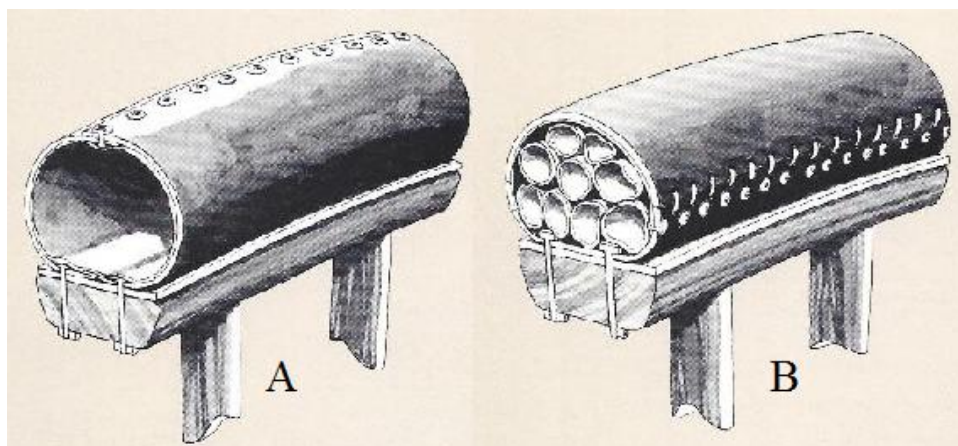


Figura 1 : Desenhos de versões do pneu inventado por R. W. Thompson (aerial wheel)

Fonte: Tompkins, Eric. 1981.

O pneu de borracha proporcionou o transporte de cargas pesadas e grandes, de uma maneira mais prática e segura.

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 (ANDRADE,2007).

Atualmente a composição do pneu não conta somente com a borracha sintética, por ser um produto com um tempo de vida útil muito grande, e são produzidos para suportar grandes cargas, uma grande variação de temperatura, por isso sua estrutura é bastante complexa atribuindo maior desempenho e segurança.

3.2 FABRICAÇÃO DO PNEU

Os pneus, hoje em dia, são feitos para durar sobre condições físicas, químicas e térmicas extremas. As más condições da maioria das estradas brasileiras exigem, cada vez mais, dos pneus e o constante aumento da frota de pesados faz com que sejam cada vez mais resistentes e duráveis. O pneu apresenta uma estrutura complexa, com o objetivo de atribuir-lhes as características necessárias ao seu desempenho e segurança, são confeccionados precisamente e projetado para ser indestrutível (NOVICK e MARTIGNONI, 2000).

Segundo Schneider (2013) as partes dos pneus e suas finalidades são:

- Estrutura da carcaça: constituída de camadas sobrepostas de lonas (têxteis ou metálicas) e borracha. É essa estrutura que determina a resistência e os índices de carga e velocidade, além do formato do pneu. Sua principal finalidade é garantir maior área de contato e menor pressão sobre o solo.
- Banda de rodagem: é a banda de rodagem que está em contato com o solo e que transmite a força do motor em tração. Possui blocos (as partes cheias) e sulcos (partes vazias). Deve oferecer tração, estabilidade, aderência e segurança para cada tipo de terreno. Seu bom estado depende a segurança e as respostas ao acelerar, frear e direcionar o veículo.
- Liner: uma camada interna de borracha com dupla finalidade. Em todos os pneus tem como função impermeabilizar a estrutura da carcaça e, nos pneus

sem câmara, reter o ar sob pressão, fazendo o papel que é da câmara de ar nos pneus que utilizam este componente.

- Laterais: alguns chamam esta área de flanco ou de costado e, como o próprio nome diz, são as duas paredes laterais que, junto com a banda de rodagem, constituem o revestimento externo da estrutura da carcaça. É também a parte flexível do pneu e responsável por absorver as ondulações e deformações provenientes das irregularidades do piso.
- Talão: constituído internamente de arames de elevada resistência, é a região que entra em contato com os flanges das rodas e mantém o pneu preso ao aro da roda. Devido a este contato direto é a área do pneu que mais sofre agressões por superaquecimento proveniente dos freios. Todas as partes de um pneu são importantes, e há quem considere uma mais importante do que outra.

A figura 2 descreve as partes e os respectivos componentes de um pneu radial de automóvel.



Figura 2: Estrutura do pneu

Fonte: Brazil Tires, 2009

A pesquisa pelo BNDES publicada em 1998 traz os percentuais de materiais utilizados na composição de um pneu radial automotivo, seus diferentes

materiais e compostos além da borracha apresentados abaixo. O pneu é composto por 28% de negro-de-fumo, 27% da borracha sintética, 7% de produtos químicos, 4% de fibras orgânicas, 10% de arames de aço, 10% de extender oil, e somente 14% de borracha natural.

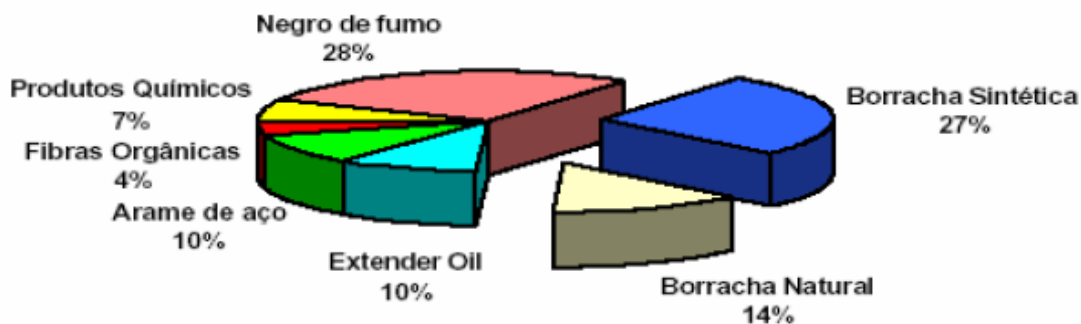


Figura 3: Composição de Pneus Radiais para Automóveis

Fonte: (BNDES, 1998)

3.3 A PNEUMÁTICA NO BRASIL

O início da indústria pneumática no Brasil foi no ano de 1936 com a instalação da Companhia Brasileira de Artefatos de Borracha, no Rio de Janeiro, que no seu primeiro ano fabricou cerca de 29 mil pneus. Em 1960 a fundação do Sindicato Nacional da Indústria Pneumática, representante de todas as empresas nacionais fabricantes de pneus, e também fundação da ANIP Associação Nacional de Indústria Pneumática com a participação de três empresas, Bridgestone, Pirelli e Goodyear.

Segundo dados da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), desde 1998 a indústria nacional de pneus vem apresentando crescimento na sua produção. Em 1998, foram produzidos praticamente 38 milhões de pneus, sendo que este número em 2001 alcançou aproximadamente 49 milhões de unidades. Destes 49 milhões, 62% destinaram-se às categorias pneus carro de passeio, 11,5% pneus para caminhões e ônibus, 9,5% para comerciais leves, e os

demais para veículos industriais e agrícolas, tratores, motonetas e motocicletas (KAMIKURA, 2002).

Desde então, o Brasil conta com a instalação de mais de 20 fábricas de pneus das empresas Goodyear, Levorin, Michelin, Pirelli, Rinaldi, Maggion, Titan, Tortuga, Bridgestone, Continental, Dunlop. Hoje, da produção mundial, o Brasil é o sétimo na categoria de pneus para automóveis e o quinto em pneus para caminhão/ônibus e camionetas. O setor de fabricação de pneumáticos e câmaras de ar responde por cerca de 0,7% do PIB industrial brasileiro, gera 29,5 mil empregos diretos e 160 mil indiretos, e atende a todos os segmentos fabricantes de veículos, além da cadeia de revenda para reposição, constituída por uma rede com mais de 4.500 pontos de venda no Brasil e cerca de 40 mil empregados (ANIP-BRASIL, 2015).

3.4 LEGISLAÇÃO NO BRASIL

A Resolução Nº258 do ano de 1999 do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis (CONAMA, 1999). Essa lei aplica-se às empresas de pneumáticos para a produção nacional. No ano de 2009 foi revogada a lei estabelecida na Resolução CONAMA 416/2009, a qual determina que para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas produtoras e importadoras de pneus deverão dar destinação adequada a um pneu inservível.

Mercado de reposição é o resultante da fórmula a seguir:

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

onde:

MR = mercado de reposição de pneus;

P = total de pneus produzidos;

i = total de pneus importados;

E = total de pneus exportados;

EO = total de pneus que equipam veículos.

Apenas 10% dos pneus produzidos nacionalmente eram reciclados antes da referida lei ser aprovada. Posteriormente, a aprovação da lei o número de empresas cadastradas para exercer o processo de recolhimento e destruição de pneus cresceu constantemente. Dados de 2010 apresentam que eram 124 empresas cadastradas no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para a reutilização, reciclagem e valorização energética dos pneus (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2013). De acordo com Lagarinhos e Tenório (2013) os fabricantes devem elaborar um plano de gestão de coleta, armazenamento e destinação final dos pneus inservíveis e ainda instalar no mínimo um ponto de coleta nos municípios com mais de 100 mil habitantes. No ano de 2016 foram comercializados no mercado nacional mais de 54 milhões de unidades de pneus novos, e a meta de destinação ambientalmente correta final foi superior a 90% .

3.5 LOGÍSTICA REVERSA

A logística empresarial reversa, ou simplesmente logística reversa, é a área da logística empresarial que opera no sentido contrário, garantido o retorno de produtos, materiais e peças a um novo processo de produção ou a um novo uso.

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, LEI nº 12.305/2010), define logística reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A logística reversa, definida como a área da logística empresarial responsável pelo planejamento, operações e controle dos fluxos reversos de diversas naturezas, insere-se nesse contexto tendo em vista que o equacionamento logístico de seus fluxos reversos permite satisfazer a diferentes

interesses estratégicos. Objetivos econômicos, legais, ecológicos, de cidadania e responsabilidade empresarial, de reforço ou defesa de imagem corporativa, dirigiram ações ou reações estratégicas na implementação de programas de logística reversa (LEITE, 2017).

Para Dornier (2000) a logística reversa implica num processo de integração funcional, atuando na coordenação dos fluxos físicos relacionados à produção, distribuição ou serviços pós-vendas e se expandem englobando funções adicionais, como pesquisa, desenvolvimento e marketing no projeto e gestão dos fluxos.

Com essa crescente produção e o ciclo de vida dos produtos reduzidos a tendência é que a logística reversa assuma um papel cada vez mais importante nas empresas, por tamanha exposição e valorização no âmbito econômico e ecológico nos processos logísticos e empresariais.

3.6 PROGRAMAS DE DESCARTE DE INSERVÍVEIS – RECICLANIP

É responsável pela abertura dos pontos de coleta, pela gestão da logística reversa do produto e pelo incentivo na busca por novas destinações, a Reciclanip gerencia o processo de coleta e reciclagem de pneus inservíveis para a indústria nacional. No Brasil, pelo menos 450 mil toneladas de pneus são descartados por ano, sendo uma grande preocupação ambiental, em parceria com as empresas pneumáticas nacionais a Reciclanip foi criada em março de 2007 pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli e, em 2010, a Continental juntou-se à entidade. Considerada umas das maiores iniciativas voltadas a reciclagem de pneus, a reciclanip tem grande responsabilidade nas questões ambientais, e com o desenvolvimento sustentável do país.(RECICLANIP)

Segundo dados fornecidos pelos relatórios emitidos anualmente sobre o andamento da programa de recuperação e coleta dos pneus Reciclanip até o ano de 2016 a reciclanip já abriu 1024 pontos de coletas de pneus espalhados por todo o Brasil que já destinaram de forma ambientalmente correta mais de 404.328,13 toneladas de pneus inservíveis.

3.7 POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO DO PNEU

Além da responsabilidade das empresas em coletar os pneus quando fica inerte, existem outras técnicas que podem ser utilizadas visando diminuir o volume de pneus descartados de forma incorreta, utilizando o princípio dos 3 R's: Reutilizar, reaproveitar, reciclar. Essas alternativas criadas para reinserir o pneu inerte como matéria-prima para um novo produto.

Assim o pneu quando acaba sua vida útil, ainda pode ser classificado como reformável ou não, qual ainda pode passar por processos de recauchutagem, recapagem ou remoldagem de pneus, voltando a ser utilizado por meio de transporte. A recapagem é o processo de reconstrução do pneu através da substituição da banda de rodagem. A recauchutagem é processo de reconstrução do pneu através da substituição da banda de rodagem e dos ombros e a remoldagem é processo de reconstrução do pneu através da substituição da banda de rodagem, dos ombros e de toda a superfície de seus flancos (Resolução 258/99 – CONAMA). Somente quando o pneu é classificado como não-reformável, ele se torna um pneu inservível.

Reciclado, o pneu pode virar tapetes para automóveis, solado de sapato, pisos industriais e borrachas de vedação. Além disso, o pó gerado na recauchutagem e os restos de pneus moídos podem ser usados, na composição de asfalto de maior elasticidade e durabilidade, e ainda, como elemento aerador de solos compactados e pilhas de composto orgânico (KAMIKURA,2002).

Segundo o Relatório de Pneumático emitido pelo CONAMA no ano de 2016 no que se trata das tecnologias de destinação ambientalmente adequadas de pneus inservíveis, o coprocessamento em fornos rotativos para a produção do clínquer se mantém como a principal tecnologia realizada no País. No total, 27 empresas cimenteiras declararam esse tipo de destinação ao Ibama, o que representa 60,23% do total de pneumáticos destinados. Em segundo lugar, permanece a granulação, com 27,15%, o processo de Laminação apresenta 11,54% e outras tecnologias como pirólise, regeneração e industrialização de xisto não muito utilizadas apresentam um índice de 1,05%.

3.8 CENARIO DA REFORMA DE PNEUS NO BRASIL

A reforma de pneus é uma prática que tem por objetivo diminuir o desperdício de materiais, e energia, consiste na substituição da banda de rodagem desgastada, esse processo consome apenas 20% da matéria prima utilizada na produção de um pneu novo, oferecendo ao pneu a mesma durabilidade e segurança que um pneu novo (ABR, 2012).

O ramo de reformas de pneus no Brasil, já existe a mais de 60 anos, segundo dados da ABR (Associação Brasileira Reformas de Pneus) o mercado de reformas tem faturamento de cerca de R\$ 5 bilhões ao ano, contando com reformas de pneus, matéria-prima e equipamentos. O Brasil está em segundo lugar no mercado mundial trabalha com padrões internacionais e oferece alto nível de qualidade para sua produção, existem cerca de 1.257 empresas que geram serviços num total de 5000 micro e pequenas empresas de prestação de serviços de reforma, vendas, borracharias, e fornecedores de matéria prima, gerando assim mais de 250.000 postos de trabalho no Brasil (ABR, 2012).

Toda a área de transportes rodoviários e urbanos utiliza dos benefícios que pneus reformados disponibilizam, por oferecer um grande benefício aos comerciantes e ao consumidor diminuindo em até 73% do valor semelhante ao pneu novo, um pneu pode ser reformado em média de duas vezes gerando assim até três vidas ao pneu, diminuindo o custo por quilometro (km) rodado, em transportes de carga.

O procedimento de reforma de pneus é uma atividade limpa, pois não polui o meio ambiente com emissão de CO₂ pela redução de uso de petróleo para produção, e seus resíduos são todos reciclados em diversas formas, como indústrias cimenteiras, composição de asfalto ecológico, artefatos emborrachados, solados, persintas etc., reduzindo os impactos ambientais. A área de empresas reformadoras de pneus repõe no mercado mais de 8 milhões de pneus da linha caminhão/ônibus por ano enquanto a indústria de pneus novos repõe 6 milhões para o mesmo setor. No processo de reforma são economizados cerca de 57 litros de petróleo o que gera uma economia de 600 milhões de reais por ano com a reforma de pneus (ABR, 2012).

Segundo dados da Petrobras um barril tem 159 litros de petróleo, cada barril emite 430 m³ de gás efeito estufa na atmosfera, cerca de 600 milhões de litros de economia de petróleo por ano, pela cadeia de reforma de pneus são 3.800.000 de barris ao ano. Esse valor multiplicado à 430 m³ (emissão de CO₂) podemos ter o resultado significativo da redução de emissão de gases poluentes na atmosfera pelo processo de reforma de pneus. (ABR, 2012)

Tabela 1: Litros de Petróleo consumidos para fabricação por unidade

	Pneu comercial	Pneu automóvel	Pneu moto
Novo	79	27	9
Reformado	29	9	3,5

Fonte: Adaptado, ABR associação Brasileira do Segmento de Reformas de Pneus. 2012

A tabela demonstra a quantidade de litros de petróleo que são consumidos para produzir pneus novos e a diferença de litros que são consumidos para a reforma de pneus, vemos uma economia de mais de 60% de matéria-prima, e assim também reduz a emissão de CO₂ na atmosfera contribuindo com o meio ambiente, assim barateando o custos de produção.

4. METODOLOGIA

A metodologia constituirá de um estudo de caso na Empresa Tropical Comércio e Reciclagem de Pneus LTDA ME, que opera com procedimentos de recuperação de pneus descartados e coleta de pneus para reciclagem.

A fundamentação teórica feita em livros, artigos e sites confiáveis sobre a necessidade ambiental do descarte correto desse passivo, desenvolvimento sustentável, e a disposição do resíduo sólido, reciclagem e meio ambiente.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 A EMPRESA TROPICAL PNEUS

Depois de muitos anos trabalhando em uma empresa de reciclagem de pneus em Lages, e vendo que havia uma crescente procura nos negócios de reutilização de pneus os senhores Wilson Meurer e Olmiro da Luz Pereira, resolveram abrir o seu próprio negócio, melhorando os processos de reciclagem, visando lucro e desenvolvimento sustentável. Em 1991 surgiu a empresa que inicialmente se chamava Pirâmide Pneus Ltda, apenas no ano de 2012 quando novos sócios se juntaram a empresa e passou a se chamar Tropical Comercio e Reciclagem de Pneus Ltda.

Além dos processos de reciclagem, a empresa também atua como um ECOponto habilitado pela REICLANIP, onde coleta pneus inservíveis e destina para a empresa Votorantim em Curitiba. Em média de 300 (trezentos) unidades de pneus passam pelos processos de recapagem ou recauchutagem mensalmente, e cerca de 500 (quinhentos) unidades de pneus são destinadas a empresa Votorantim.

5.2 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE CARÇAÇAS DE PNEUS DE CARGA

A partir da análise e seleção de carcaças evitam-se problemas durante o processo de reforma dos pneus, bem como permite a comunicação como cliente em relação ao estado da sua carcaça.

Quando os pneus chegam a empresa é feito uma análise que examina o estado das carcaças, o procedimento é efetuado internamente com o auxílio de uma lâmpada onde avalia a presença de furos, deslocamentos e outros danos na carcaça. São permitidos no máximo 3 (três) desses danos, antes de passar para o próximo procedimento é comunicado o cliente se ele deseja ou não fazer o processo.

Nas laterais dos pneus encontram-se informações, como número de DOT um código de quatro dígitos, que é a data de fabricação do pneu, semana e ano. Para o processo de recauchutagem a idade máxima permitida é de 7 anos.

Na parte externa do pneu é feita uma avaliação nos danos da banda de rodagem e nas laterais, como alguns deslocamentos. Com o auxílio de uma sovela ou chave de fenda, são retiradas as pedras presentes nos sulcos da banda de rodagem. Quando o pneu é aprovado para o processo de reforma, é feita uma ordem de serviço, caso contrário o pneu vai para área de reciclagem, ou é devolvida ao cliente.



Figura 4: Análise externa do pneu



Figura 5: Análise interna do pneu

No processo de recebimento de material proveniente de fornecedores a empresa possui um protocolo onde são conferidos a quantidade e o preço com a nota fiscal do mesmo. Também é verificado o prazo de validade do material, quando aplicável e o estado das embalagens. Em caso de anomalias, o encarregado entra em contato com o Fornecedor, relatando a(s) não conformidades.

Para facilitar o processo de produção as matérias primas são armazenadas em um local próximo a produção, respeitando o empilhamento máximo das caixas, conforme definidos pelo fabricante e apresentadas na tabela abaixo. Utilizando o conceito de controle de estoque PEPS (primeiro que entra primeiro que sai) sempre é utilizado primeiro o produto com o vencimento mais próximo. Manchões e consertos devem ficar armazenados na estante próxima a linha de produção.

Tabela 2: Empilhamento máximo das matérias primas

Material	Empilhamento máximo
Pré-moldado	/
Borracha de ligação	03 caixas
Antiquebra	03 caixas
Consertos e manchões	05 caixas

O processo de limpeza das carcaças é feito com uma escova de aço antes do processo de raspagem na própria máquina de exame. A raspagem é a etapa na qual se retira parcialmente a banda de rodagem remanescente no caso de recapagem, onde prepara-se a superfície da carcaça para aplicação de novos materiais. Os equipamentos que são utilizados no nesse processo são: torno de raspagem, pente de raspa, carbides para acabamento, trena e serras de raspagem. No processo é posicionada a carcaça a ser raspada no torno, e também posiciona-se o raspador, inflando-o até a pressão ideal de raspagem em média de 35 a 60 libras, inicia-se o processo de raspagem do pneu utilizando o gabarito de raspagem conforme a largura do pneu, raspa-se o pneu até a textura ideal, conforme as figuras abaixo, o processo de raspagem é realizado com a textura similar ao que é indicado no gabarito de texturas.



Figura 6: Torno de raspagem do pneu



Figura 7: Pneu pronto para processo de raspagem



Figura 8: Pneu após o processo de raspagem

Caso sejam detectados furos nos pneus estes devem ser marcados com giz de cera amarelo na parte lateral, identificando o local do furo e anotando na ficha de produção a quantidade de furos.

A raspagem correta deve formar uma superfície uniforme na banda de rodagem. Neste caso, não pode aparecer a estrutura metálica do pneu (raspagem excessiva) ou seus sulcos originais (falta de raspagem). Caso seja necessário, o encarregado pode recomendar novas texturas de raspagem. Podem ocorrer alguns problemas como:

- Excesso de pressão da inflação: forma uma raspagem irregular, com a banda de rodagem formando escamas. Neste caso, haverá desperdício de cola no processo de colagem, além de bolhas no processo de vulcanização.
- Falta de pressão de inflação: Neste caso há insuficiência de raspagem. A banda fica lisa e o camelback não terá aderência. Após a vulcanização, a banda de rodagem se soltará.
- Excesso de raspagem: ocorre quando a estrutura metálica do pneu fica exposta. Neste caso, não há aderência da cola e o camelback não irá aderir.

5.2.1 Uso de Equipamento de proteção individual

O trabalhador que faz o processo de raspagem deve usar obrigatoriamente os equipamentos de proteção individual (EPI) para preservar sua saúde e evitar acidentes de trabalho. Esses equipamentos de proteção individual são: sapato de couro, protetor auricular, óculos e máscara.

5.3 ESCAREAÇÃO

A escareação é o processo responsável por reparar danos e cortes encontrados na carcaça de maneira individual, onde são retiradas as partes oxidadas e deterioradas. Esse procedimento tem grande importância, pois ajuda a garantir segurança e a vida útil prolongada do pneu.

A escareação deve ser realizada com o disco de corte em sentido contrário ao aço, evitando que as pontas do mesmo danifique a borracha. É feita a limpeza do pneu e verifica-se a presença de fios de aço soltos. Caso houver, deve-se escarear novamente. A carcaça do pneu escareada é rejeitada quando a superfície está deslocada ou o pneu apresenta rachaduras. Também é rejeitada caso ultrapasse o limite de consertos estabelecido no procedimento de escolha de

carcaças. O pneu é limpo na parte interna e externa, para passar para o próximo processo de colagem.

A operação é realizada na textura onde será assentado o conserto na parte interna deve ser raspada levemente em movimentos circulares com o carbide para uma perfeita aderência da cola, bem como do conserto (tapa-furo) na parte interna da carcaça; é feita uma demarcação conforme o gabarito para mostrar o reparo. Nunca se deve fazer a escareação do lado contrário das lonas. Caso isso ocorra, deve-se cortar as pontas das lonas (canaleta), também não deve-se queimar a escareação com o carbide ou com a escova. Caso isso ocorra, deve-se que fazer uma nova textura. Uma textura queimada é sinal de que o material não vai aderir a carcaça provocando problemas de soltura.



Figura 9: Processo de escareação

A aplicação de cola tem por objetivo fazer com que a nova banda fique aderida à carcaça durante o processo. Também tem a função de proteger a superfície raspada de oxidações e contaminações. A cola deve ser aplicada com a bomba de colagem e espalhar uniformemente através de um pincel na área raspada. Deve evitar a formação de bolhas e a presença de sujeira. Depois de passado a cola o pneu deve ser colocado na monovia para secagem. O tempo médio de secagem é de 20 minutos.

5.4 PROCEDIMENTO PARA O PROCESSO DE APLICAÇÃO DA BANDA NA CARÇAÇA

Após o tempo de secagem, o pneu vai para o procedimento de aplicação da banda na carcaça, que consiste na aplicação do material de reforma do pneu, onde se da nova forma ao mesmo. Para a aplicação retira-se o material da caixa esticando-a sobre a mesa de medição. Corta-se a banda de acordo com a medida descrita na “Ordem de Serviço” com 4 cm a mais no comprimento. Após colocar a carcaça na roletadeira, adere-se a banda, retirando-se o protetor plástico da mesma. Liga-se a roletadeira, deixando-a trabalhar até a total aderência da banda . A pressão de aplicação é de 35 libras. O pneu é etiquetado, e colocado na monovia para que possa ser vulcanizado.



Figura 10: Banda de Rodagem nova



Figura 11: Retirada de medidas e corte



Figura 12: Adesão da Banda de Rodagem



Figura 13: Fixação da nova banda de rodagem

5.5 PROCEDIMENTO PARA O PROCESSO DE VULCANIZAÇÃO

O processo de vulcanização consiste na junção da banda à carcaça, através da aplicação de temperatura e pressão. Deve-se acoplar o saco de ar e o envelope de cada pneu na autoclave. Os índices de trabalho deve ser os seguintes:

- * Temperatura da Autoclave: 120 a 130 °C;
- * Pressão do saco de ar: 8 kgf/cm²;

* Pressão da autoclave: 6 kgf/cm²;

* Pressão do envelope: 6 kgf/cm².

Estes valores devem ser regulados no painel digital da autoclave.



Figura 14: Painel digital da Autoclave

O tempo de operação da autoclave é de 2 horas. A seguir devem-se desconectar os envelopes e os sacos de ar e retirar os pneus.

5.6 INSPEÇÃO FINAL

Após todos os procedimentos é efetuada a inspeção final que consiste no Controle de Qualidade do pneu reformado, a fim de que este não possua danos ou falhas antes de ser colocado novamente no veículo. O Processo é feito de forma que o operador deve colocar o pneu no equipamento de inspeção e verificar a presença de falhas internas como presença de bolhas, vulcanização dos manchões, e externamente se foi realizado de forma correta a vulcanização, assentamento da banda e a emenda da banda com a carcaça. Com todos os processos finalizados é feita um registro de serviço.



Figura 15: Equipamento de inspeção



Figura 16: Vulcanização correta

5.7 CALIBRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS E PRAZOS DE CALIBRAÇÃO

Instrumentos como manômetros, régua para aferição das trenas, termômetros e manômetro principal da autoclave são calibrados.

Os instrumentos são calibrados por um fornecedor que possua certificação junto à RBC. Os instrumentos são identificados por uma etiqueta adesiva contendo o código do equipamento e a data da próxima calibração. A análise crítica é realizada através do Encarregado I (funcionário responsável). Os prazos de calibração dos equipamentos são definidos nos registros de calibração dos mesmos, emitidos pelo fornecedor de calibração.

Os registros de calibração são fornecidos pelo fornecedor qualificado. O controle de vencimento das calibrações também é realizado pelo fornecedor.

As não conformidades de calibração devem ser relatadas ao fornecedor através de contato pelo funcionário responsável. Em caso de consertos de algum equipamento este deve ser recalibrado. Em caso de aquisição de novos equipamentos, estes devem ser calibrados antes de serem utilizados no processo produtivo.

6. CONCLUSÃO

O estudo na empresa Tropical Pneus visou mostrar como são feitos os processos de recauchutagem e coleta de pneus para reciclagem de forma ambientalmente correta dos pneus ao final de seu ciclo de vida. A fim de diminuir os impactos causados pela crescente produção do passivo, sempre pensando no bem ecológico, econômico e social.

Com processo da recauchutagem poupa-se cerca de 75% em matérias-primas e energia traduzindo-se em vantagens, econômicas e ambientais, nesse procedimento o pneu é submetido a repetidas reconstruções desde que sejam mantidas as características base do pneu original. Há grande busca de pneus recauchutados devido a sua maior competitividade econômica baseada na segurança do processo e na viabilidade ambiental, conclui-se que existe uma grande diferença entre o processo de recauchutagem e a produção de novos produtos no consumo e queima dos combustíveis fósseis necessários, na produção de borracha sintética, negro de carbono e eletricidade, contando que diminui a retirada de borracha natural das seringueiras, extração de petróleo e também emissões de gases poluentes na atmosfera.

Visto que a problemática de descarte incorreto dos pneus inservíveis afeta todo território nacional, e por não se saber um exato número de pneus que podem estar em inertes em locais incorretos, empresas se conscientizaram em adotar uma estratégia de logística reversa para diminuir os impactos ambientais causados.

Com o presente trabalho demonstrou-se o crescente aumento do percentual de pneus reciclados após as leis estabelecidas pelos órgãos protetores do meio ambiente, e a evolução da cadeia de logística reversa nesta área, além da grande integração e responsabilidade de todas as empresas envolvidas buscando redução de custos e facilidade de coleta, para assim reinserir o pneu no ciclo produtivo.

Conclui assim que a empresa Tropical Pneus preocupa-se diretamente com meio-ambiente por seus processos serem totalmente limpos, e também por direcionar todos seus resíduos e pneus que não são classificados para processos de reforma para reciclagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABR- Associação Brasileira do Segmento de Reformas de Pneus, 2012. Disponível em <<http://www.abr.org.br/index.html>> Acesso em, 11/ Setembro 2018.

ANDRADE, Hered de Souza. **Pneus Inservíveis: Alternativas Possíveis de Reutilização**. Universidade Federal de Santa Catarina, Ciências Econômicas. Florianópolis, Julho 2007.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

BRASIL - Logística Reversa - **Lei nº 12.302**, de 2 de agosto de 2010.

BRASIL - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>> acesso em: 26/ junho 2018.

BRAZIL TIRES. **Tudo sobre pneus**. São Paulo, 2009. Disponível em:<<http://www.geocities.ws/unicariguatu/CONHECAOSEUPNEU.htm>> acesso em: 02 julho 2018

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES).

Pneus. Brasília. Jun. 1998. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br>, Acesso em: 12 junho 2018.

ANIP – BRASIL I. **Livro branco da indústria de pneus – uma política industrial para o setor** / estudo coordenado por Patricia Vêras Marrone. São Paulo, 2015.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº258**, de 26 de agosto de 1999.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 416/2009 do CTF**, Dados apresentados no Relatório de Pneumáticos, 2009.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de Pneumáticos**, 2013.

INMETRO- Ministério Do Desenvolvimento, Industria e Comércio Exterior Instituto nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 554/2015

LAGARINHOS, Carlos A. F.; TENÓRIO, Jorge A. S. **Logística reversa dos pneus usados no Brasil**. Polímeros, São Carlos, SP, v. 23, 2013

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 9.CLM; 2005.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: Sustentabilidade e Competitividade**. São Paulo: Saraiva; Edição: 3ª .10 de maio de 2017.

LEITE, BRITO, SILVA. Consil Of Logistics Management (CLM). Reuse and Recycling reverse logistics opportunities, Illinois: CLM, 1993.

DORNIER, P. et al. **Logística e Operações Globais**. São Paulo: Atlas. p.39. 2000

NOHARA, J. J; ACEVEDO, C.; PIRES, B.; CORSINO, R.. **GS40 Resíduos Sólidos: Passivo Ambiental e Reciclagem de Pneus**. THESIS, São Paulo, ano I, v.3, p. 21-57, 2005.

NOVICKI R. E. M; MARTIGNONI, B. N. V. **Reportagem de pneus pelo Processo Petrosix**. In: Seminário Nacional Sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, 29 a 31 ago. 2000, São Paulo. Anais: SEMA, 2000.

RAMOS. Leonardo Sohn Nogueira. **A logística Reversa de Pneus Inservíveis: O problema da Localização dos Pontos de Coleta**. Dissertação de Mestrado. 2005, 99 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

RECICLANIP - site oficial - O Ciclo Sustentável do Pneu. Disponível em <<http://www.reciclanip.com.br/v3/>> acesso em 15 junho 2018.

SCHNEIDER, Pércio. **As partes dos pneus e suas funções**. Na Boléia, São Paulo, 2013.

KAMIMURA, Eliane. **Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2002.