

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO  
TRABALHO**

**PAULO ROBERTO FERREIRA**

**TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS EM EMBALAGENS PORTÁTEIS  
(FORA DO TANQUE)**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**LONDRINA/PR  
2017**

**PAULO ROBERTO FERREIRA**

**TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS EM EMBALAGENS PORTÁTEIS  
(FORA DO TANQUE)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Especialista em  
Engenharia de Segurança do Trabalho da  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná – Campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Moreno  
Peres

**LONDRINA/PR  
2017**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS EM EMBALAGENS PORTÁTEIS (FORA DO TANQUE)

por

**PAULO ROBERTO FERREIRA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização foi apresentado em 29 de Novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. O (a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Fabiano Moreno Peres  
Orientador

---

Prof. Dr. Marco Antônio Ferreira  
Membro titular

---

Prof. Me. José Luis Dalto  
Membro titular

## RESUMO

FERREIRA, Paulo Roberto. **Transportes de Combustíveis em Embalagens Portáteis (Fora do Tanque)**. 2017. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

O crescimento expressivo da frota de veículos, em todo o território nacional, tem elevado à movimentação de cargas de produtos perigosos para atender a demanda pelos combustíveis. Conseqüentemente existem diversos aspectos importantes que estão correlacionados à segurança para a correta movimentação e o transporte destes produtos. (REVISTA EMERGÊNCIA, 2016). De acordo com Vendrame (2016) qualquer quantidade transportada, em um incidente, pode provocar danos de graves proporções de ordem material, pessoal, ao meio ambiente e à infraestrutura do local da ocorrência. Conforme Brasil Postos (2017) outro fator relevante, que colabora com o aumento dos acidentes, é o transporte, de combustível em recipientes portáteis, para uso emergencial. A maioria das pessoas, não tem o hábito de abastecer o veículo, de acordo com o percurso a ser adotado, ficando sem combustível para chegar com segurança ao seu destino, e, por conseguinte, resultando na famosa pane seca. Ainda de acordo com Brasil Postos (2017) é neste momento, que as pessoas recorrem às embalagens emergenciais (galões de 5 litros), para uso portátil de PEAD – **Polietileno de Alta Densidade**. Nesta ação, inicia-se o problema a ser abordado no presente estudo. Portanto, cabe ressaltar, que a falta de informações é o item de maior criticidade, que torna esta ação uma atividade extremamente perigosa. Outro fator de extrema relevância é a exposição das embalagens aos raios solares UV. A maioria das embalagens utilizadas para o transporte de combustível emergencial sofre contato direto com o sol ou são armazenadas de forma inadequada, e também não possuem o tratamento contra UV. Ou seja, as embalagens sofrem com a ação da Fotodegradação dos raios UV (Ultra Violeta) (MONTAGNA; SANTANA, 2012). Diante deste cenário, faz-se oportuno um estudo que vise realizar os testes "de queda e de estanqueidade", para avaliar as embalagens (galões de 5 litros), para uso portátil de PEAD - Polietileno de Alta Densidade. Tais embalagens são utilizadas para transportar combustíveis fora do tanque em pequenas quantidades, para uso exclusivo em situações emergenciais. O presente trabalho também aborda os riscos envolvidos nesse processo, como deve ser as inscrições de segurança nos veículos e nas embalagens para o transporte de combustíveis. A presente pesquisa contribui com o apontamento dos riscos, em que as pessoas podem estar expostas, caso se envolva em eventuais acidentes, e tem como principal foco testar as embalagens portáteis de acordo com testes exigidos pela legislação brasileira e comparando procedimentos de normas internacionais. Também verificar se as embalagens cumprem as normas de segurança e proporcionam proteção aos usuários.

**Palavras-chave:** Transporte de Combustíveis em Embalagens Portáteis. Aplicação de Testes em Embalagens Portáteis. Ação da Fotodegradação do UV sobre as embalagens Portáteis.

## ABSTRACT

FERREIRA, Paulo Roberto. **Transport of Fuels in Portable Packaging (Out of Tank)**. 2017. XX. Monography (Specialization in Work Safety Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2017.

The expressive growth of the fleet of vehicles, throughout the national territory, has increased the handling of cargoes of dangerous products to meet the demand for fuels. Consequently there are several important aspects that are correlated to safety for the correct handling and transportation of these products. (EMERGENCY REVIEW, 2016). According to Vendrame (2016) any quantity transported in an incident can cause serious damage to the environment and to the infrastructure of the place of occurrence. According to Brasil Postos (2017), another relevant factor contributing to the increase in accidents is the transport of fuel in portable containers for emergency use. Most people are not in the habit of supplying the vehicle according to the route to be adopted, running out of fuel to safely reach their destination, and thus resulting in the famous dry crash. Still according to Brasil Postos (2017) it is at this moment, that people use the emergency packages (gallons of 5 liters), for portable use of HDPE - **High Density Polyethylene**. In this action, the problem to be addressed in the present study begins. Therefore, it should be emphasized that the lack of information is the most critical item, which makes this action an extremely dangerous activity. Another factor of extreme relevance is the exposure of the packaging to UV rays. Most of the packages used to transport emergency fuel have direct contact with the sun or are stored improperly, and also do not have UV treatment. In other words, the packaging undergoes the action of the Photodegradation of UV rays (Ultra Violet) (MONTAGNA; SANTANA, 2012). Considering this scenario, a study is carried out to evaluate the "drop and sealing" tests to evaluate the containers (5 liter gallons) for portable use of HDPE - Polyethylene. Transport of fuels out of the tank in small quantities, for exclusive use in emergency situations. This paper also addresses the risks involved in this process, such as the inscriptions of safety in vehicles and packaging for the transportation of fuels. The identification of the risks in which people may be exposed if they are involved in possible accidents and their main focus is to test the portable packaging according to tests required by Brazilian legislation and comparing procedures of international standards. Security standards and provide protection to users.

**Keywords:** Transport of Fuels in Portable Packaging. Application of Tests in Portable Packaging. UV photodegradation action on portable packaging.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Transporte rodoviário de combustível .....	20
Figura 2: Transporte ferroviário de combustível .....	20
Figura 3: Ponto de fulgor dos combustíveis .....	23
Figura 4: Painel de segurança .....	25
Figura 5: Rótulo de risco .....	26
Figura 6: Rótulos de riscos.....	26
Figura 7: Identificação dos veículos para transporte de combustíveis.....	27
Figura 8: Identificação dos tanques portáteis .....	28
Figura 9: Bombonas e tambores para armazenamento de combustíveis. ....	30
Figura 10: Galões portáteis para transporte de combustíveis.....	31
Figura 11: Quantidade permitida par ao transporte de combustíveis em veículos descaracterizados .....	34
Figura 12: Galão 5 litros homologado para transporte de combustível.....	36
Figura 13: Degradação de embalagem por agentes químicos .....	39
Figura 14: Influencia do UV na degradação de polímeros.....	40
Figura 15: Exposição das embalagens aos Raios UV no período de 30 e 60 dias ...	41
Figura 16: Exposição das embalagens aos Raios UV no período de 90 e 120 dias .	42
Figura 17: Equipamento industrial de teste de estanqueidade .....	47
Figura 18: Ensaio manual de estanqueidade dos galões para combustíveis.....	48
Figura 19: Embalagens que passaram pelo processo de radiação solar com UV ...	51
Figura 20: Embalagens protegidas com os raios solares sem UV .....	51
Figura 21: Processo de resfriamento das embalagens em câmara fria .....	52
Figura 22: Ensaio de queda costura diagonal do molde.....	53
Figura 23: Ensaio referente à costura diagonal do fundo do molde com UV .....	54
Figura 24: Ensaio de queda costura lateral do molde.....	55
Figura 25: Ensaio referente à costura lateral do molde da embalagem com UV .....	55
Figura 26: Ensaio de queda tampa e rosca .....	56
Figura 27: Ensaio referente a tampa, rosca e costura da alça da embalagem com UV .....	57
Figura 28: Ensaio referente a costura diagonal do fundo do molde, embalagem com UV.....	58
Figura 29: Ensaio referente à costura diagonal do fundo do molde sem UV .....	59
Figura 30: Ensaio referente à costura lateral do molde da embalagem sem UV .....	60
Figura 31: Ensaio referente a tampa, rosca e costura da alça da embalagem sem UV .....	61
Figura 32: Ensaio referente a costura diagonal do fundo do molde, embalagem sem UV.....	62

Figura 33: Ensaio manual de estanqueidade dos galões para combustíveis.....	63
Figura 34: 1º Ensaio de estanqueidade com embalagens expostas ao UV .....	64
Figura 35: 2º Ensaio de estanqueidade com embalagens expostas ao UV .....	65
Figura 36: 3º Ensaio de estanqueidade com embalagens expostas ao UV .....	66
Figura 37: 4º Ensaio de estanqueidade com embalagens exposta ao UV.....	67
Figura 38: 1º Ensaio de estanqueidade com embalagens protegidas sem UV.....	68
Figura 39: 2º Ensaio de estanqueidade com embalagens protegidas sem UV.....	69
Figura 40: 3º Ensaio de estanqueidade com embalagens protegidas sem UV .....	70
Figura 41: 4º Ensaio de estanqueidade com embalagens sem UV .....	71
Figura 42: Resultados da análises das embalagens após testes de queda com UV	73
Figura 43: Resultados das análises das embalagens após teste de queda sem UV	74
Figura 44: Resultados da análises das embalagens após teste de estanqueidade com UV .....	75
Figura 45: Resultados da análises das embalagens após teste de queda sem UV ..	76
Figura 46: Embalagens certificadas para transporte de combustíveis no Brasil e USA Fonte: <a href="https://www.elo7.com.br">https://www.elo7.com.br</a> .....	78
Quadro 1 – Riscos.....	32
Quadro 2 – Orientação ao ensaio de queda.....	44
Quadro 3 – Orientação à altura da queda.....	45
Quadro 4 – Padronização de pressão interna nas embalagens para teste.....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS

EPI	Equipamentos de Proteção Individual
PF	Ponto de Fulgor
LII	Limite Inferior de Inflamabilidade
LSI	Limite Superior de Inflamabilidade
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PET	Politereftalato de Etileno
UV	Ultravioleta



## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADR	Acordo Internacional do Transporte de Mercadorias Perigosas
ANTT	Agencia Nacional de Transportes Terrestres
NBR	Norma Brasileira
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
SESMT	Especializado em Engenharia de Segurança em Medicina do Trabalho
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CNT	Confederação Nacional de Transporte
CRQ	Concelho Regional de Química
NR	Norma Regulamentadora
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ABIPLAST	Associação Brasileira das Indústrias de Plástico
TST	Tribunal Superior do Trabalho
PRF	Polícia Rodoviária Federal

## LISTA DE ACRÔNIMOS

HSE	Health and Safety Executive
ONU	Organização das Nações Unidas
IBG	Intermediate Bulk Container

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO .....	17
2.2 ACIDENTE DE TRABALHO .....	18
2.1 MODAL UTILIZADO PARA TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL 19	
2.2 ARMAZENAMENTOS DE COMBUSTÍVEIS EM EMBALAGEM PORTÁTIL ....	21
2.3 DEFINIÇÕES DE LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS.....	22
2.4 MEDIDAS DE SEGURANÇA DOS VEÍCULOS E TAMBÉM DAS EMBALAGENS PORTÁTEIS PARA O TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS.....	23
2.5 EMBALAGENS PORTÁTEIS.....	29
2.6 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS PARA COMBUSTÍVEIS.....	31
2.7 QUANTIDADE PERMITIDA PARA O TRANSPORTE EM EMBALAGENS PORTÁTEIS.....	33
2.8 GALÃO PORTÁTIL DE 5 LITROS DE (PAED).....	35
2.9 CARACTERÍSTICAS PEAD UTILIZADO NA FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PORTÁTEIS.....	37
2.10 DEGRADAÇÃO DAS EMBALAGENS PEAD POR AGENTES QUÍMICOS 38	
2.11 DEGRADAÇÃO DAS EMBALAGENS PEAD POR RAIOS ULTRAVIOLETA (FOTODEGRADAÇÃO) .....	39
2.12 TESTES DE SEGURANÇA PARA EMBALAGENS PEAD PORTÁTEIS ...	42
2.13 TESTE DE IMPACTO (QUEDA) RESOLUÇÃO ANTT 420/2004 .....	43
2.14 METODOLOGIA DO ENSAIO.....	45
2.15 TESTE DE IMPACTO (QUEDA) SEGUNDO PADRÕES DO HSE.....	46
2.16 TESTE DE ESTANQUEIDADE PARA EMBALAGENS PORTÁTEIS .....	47
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>49</b>
3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....	49
3.2 PESQUISA EXPERIMENTAL .....	49
3.3 ENSAIOS PARA EMBALAGENS PORTÁTEIS PARA TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS.....	50
3.4 PASSO A PASSO PARA O ENSAIO DE IMPACTO (QUEDA) .....	53
3.5 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE DAS EMBALAGENS PORTÁTEIS .....	62
3.6 PASSO A PASSO PARA O ENSAIO DE ESTANQUEIDADE (VEDAÇÃO DA EMBALAGEM).....	63
3.7 EXECUÇÃO DO ENSAIO DE ESTANQUEIDADE .....	64
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>

4.1 RESULTADO DOS ENSAIOS DE QUEDA.....	72
4.2 RESULTADO DOS ENSAIOS DE ESTANQUEIDADE .....	74
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>77</b>
<b>6 PROPOSTA DE MELHORIA.....</b>	<b>78</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme Costa (2004) os acidentes com produtos perigosos estão entre os desastres humanos de natureza tecnológica, de magnitude significativa que, certamente, têm seu ponto frágil no setor de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial ou lacustre), podendo acontecer ainda no deslocamento por dutos, em instalações fixas (portos, depósitos, indústrias produtoras e consumidoras de produtos perigosos, refinarias de petróleo, indústrias petroquímicas, depósitos de resíduos ou rejeitos), no consumo, uso ou manuseio destes produtos.

Vazamentos, explosões, incêndios, tanques e armazenamento improvisado. Esta cadeia de eventos tipifica ocorrências em locais de armazenamento de uma classe especial de produtos perigosos: os líquidos combustíveis e inflamáveis. Postos de combustível, refinarias e instalações petroquímicas são alguns exemplos de atividades nas quais é necessário estocar estes produtos, seja de forma permanente, transitória ou temporária. (REVISTA EMERGÊNCIA, 2016).

De certa forma estas instalações são essenciais para a movimentação do transporte em todo o Brasil, já que possibilitam o processamento e distribuição dos principais combustíveis que transportam não apenas mercadorias, mas também grande parte da população brasileira, por meio de caminhões, veículos de passeio, ônibus, aviões, etc. (REVISTA EMERGÊNCIA, 2016).

NR-20 (2012) que tem como foco a Segurança e Saúde no Trabalho com Combustíveis e Inflamáveis, define que líquidos inflamáveis possuem ponto de fulgor menor ou igual a 60° C, enquanto líquidos combustíveis são definidos como aqueles que possuem ponto de fulgor entre 60° C e 93° C.

De acordo com Vendrame (2016) poucos sabem que um líquido não pega fogo, mas o que entra em combustão são os vapores emanados por um líquido. Num incêndio, o aumento da temperatura faz o líquido se transformar progressivamente em vapor, o que favorece o processo de combustão.

Desta forma neste trabalho pretendem-se avaliar as embalagens emergenciais (galões de 5 litros para uso portátil de PEAD - Polietileno de Alta

Densidade), que são utilizadas para o transporte de combustíveis fora do tanque. Através de testes de impacto, que avaliam a resistência, testes que verificam a vedação das tampas, definidos como itens de maior relevância na avaliação de segurança dos mesmos. Os testes serão realizados de acordo com padrões estabelecidos pela Resolução ANTT 420/2004, que provem de procedimentos voltados para as embalagens portáteis para o transporte de combustíveis e líquidos inflamáveis. Também será baseado nos testes realizados com a metodologia dos testes internacionais de segurança adotados pelo Laboratório Internacional HSE- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE, 2014).

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar de forma geral a qualidade dos galões de 5 litros para uso portátil em PEAD, nos quesitos de segurança, que se referem à resistência a impactos e vedação contra vazamentos.

#### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar ensaios de queda e estanqueidade com galões de 5 litros para uso portátil em PEAD, seguindo os padrões de ensaio do laboratório Internacional HSE, e seguindo os padrões brasileiros da ANNT 420/2004, com galões devidamente certificados e homologados pelo órgão responsável (INMETRO), os quais se encontram disponíveis para o transporte de combustíveis fora do tanque.
- b) Realizar ensaios de queda e estanqueidade com outras embalagens utilizadas casualmente que não são devidamente certificadas e homologadas pelo órgão responsável (INMETRO), para o transporte de combustíveis tais e galões de PEAD, que comumente são utilizados para a comercialização de produtos de limpeza.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O trabalho em questão é de fundamental relevância, pois pretende através da realização de ensaios, propor estudos nas embalagens que são utilizadas no dia a dia. Seja nas horas de imprevistos por falta de combustível pane seca, para armazenamento provisório de combustíveis ou para realização de trabalhos com máquinas a combustão como: motosserras, roçadeiras, sopradores etc. Levando em consideração que boa parte dos usuários desconhece os riscos que envolvem essa questão. Tanto as pessoas que manuseiam as embalagens no abastecimento quanto às pessoas que utilizarão os combustíveis posteriormente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A contextualização será segmentada em: Segurança no Trabalho; Acidente de Trabalho; Modal Utilizado para Transporte de Combustíveis no Brasil; Armazenamentos de Combustíveis em Embalagem Portátil; Definições de Combustíveis; Classificação dos Riscos no Transporte de Combustíveis em Embalagens Portáteis; Modelos de Embalagens Portáteis; Rotulação das Embalagens Portáteis; Quantidade Permitida para o Transporte em Embalagens Portáteis; Procedimento para o Abastecimento das Embalagens Portáteis; Galão Portátil 5 Litros de PAED; Características PEAD; Degradação das Embalagens PEAD por Agentes Químicos; Degradação das Embalagens PEAD por Raio Ultravioleta (Fotodegradação); Testes de Segurança para Embalagens PEAD Portáteis; Transporte de Combustíveis de Forma Ilegal; Comercialização de Combustíveis em Garrafas PET.

### 2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO

Mezomo (1991) afirma que é obrigatório que a alta administração de uma organização constitua um programa de segurança, educação, e medicina do trabalho para seus colaboradores, que servirão para prevenir acidentes, erradicando atos e condições de insegurança no ambiente de trabalho. Ainda de acordo Mezomo (1991) a segurança no trabalho é consequência da prevenção de acidentes que faz o reconhecimento, a avaliação e o controle dos riscos ao trabalhador.

“A segurança do trabalho é o conjunto de medidas técnicas, administrativa, educacionais, médicas e psicológicas, empregadas para prevenir acidentes, seja pela eliminação de condições inseguras do ambiente, seja pela instrução ou pelo convencimento das pessoas para a implementação de práticas preventivas” (RIBEIRO, 2005, p. 205).

Ferreira e Peixoto (2012) afirma que a Segurança do Trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas adotadas, visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade



e a capacidade de trabalho das pessoas envolvidas. Ferreira e Peixoto (2012), ainda define que a Segurança do Trabalho é praticada pela conscientização de empregadores e empregados em relação aos seus direitos e deveres. A Segurança do Trabalho deve ser praticada no trabalho, na rua, em casa, em todo lugar e em qualquer momento.

De acordo com Silva (2014) o trabalho teria que ser fonte de inspiração e satisfação para as pessoas, no entanto não é, pois há empresas que colocam os colaboradores a condições impróprias de trabalho, e conseqüentemente, perdem qualidade, competitividade, produtividade e até mesmo sua imagem diante da sociedade. Por esta razão, torna-se necessário a aplicação da segurança do trabalho para promover a integridade física e mental dos trabalhadores.

## 2.2 ACIDENTE DE TRABALHO

Segundo Ferreira e Peixoto (2012) qualquer ocorrência não programada, inesperada que interfere e/ou interrompe o processo normal de uma atividade, trazendo como consequência isolada ou simultânea, danos materiais e/ou lesões ao homem.

Conforme dispõe o art. 19 da Lei nº 8.213/91, "acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho" (TST, 2017).

CLT (2013) define acidente do trabalho como todo imprevisto que ocorre pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa, provocando lesão corporal, perturbação funcional, doença que cause a morte, perda ou redução permanente ou temporária de condições para o trabalho. Ainda de acordo com a CLT (2013) são considerados acidentes do trabalho, os acidentes ocorridos durante o horário de trabalho e no local de trabalho, em consequência de agressão física, ato de sabotagem, brincadeiras, conflitos, ato de imprudência, negligência ou imperícia, desabamento, inundação e incêndio.

Também de acordo com CLT (2013) são acidentes de trabalho os que ocorrem:

- Quando o empregado estiver executando ordem ou realizando serviço sob o mando do empregador.
- Em viagem a serviço da empresa.
- No percurso da residência para o local de trabalho.
- No percurso do trabalho para a casa.
- Nos períodos de descanso ou por ocasião da satisfação de necessidades fisiológicas, no local de trabalho.
- Por contaminação acidental do empregado no exercício de sua atividade.

## 2.1 MODAL UTILIZADO PARA TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, as rodovias brasileiras compõem a maior parte da movimentação de cargas para produção e distribuição de bens de consumo, seja produtos internos ou externos. Ainda de acordo com o órgão, rodovias predominam no transporte de cargas. A distribuição espacial da logística de transportes no território brasileiro apresenta predominância de rodovias, concentradas principalmente no Centro-Sul do país, em especial no estado de São Paulo (IBGE, 2014).

De acordo com CNT (2009), atualmente o transporte de cargas de Produtos Perigosos no Brasil é predominantemente realizado por meio das rodovias, através de caminhões (figura 1). Cerca de 61,1% da carga transportada em 2009, utilizou o modal rodoviário, cuja rede tem maior utilização pelo território nacional, apesar do potencial que o país tem para a expansão da rede ferroviária.



**Figura 1: Transporte rodoviário de combustível**  
Fonte: <http://www.altus.com.br>

Ainda de acordo com CNT (2009) apenas 21,0% da carga que foi transportada no país em 2009 foram movimentadas por ferrovias (figura 2), sendo que praticamente a totalidade é operada por empresas privadas. Pelas hidrovias, terminais portuários fluviais e marítimos circula cerca de 14% das cargas movimentadas pelo país e por vias aéreas, apenas 0,4%.



**Figura 2: Transporte ferroviário de combustível**  
Fonte: <https://transferr.wordpress.com>

Esteves e Bicalho (2008) definem que a distribuição de combustíveis inicia-se em cada uma das refinarias e terminais existentes no país. Os produtos são transferidos e armazenados nas bases de distribuição, onde ocorre o suprimento dos caminhões-tanque e mistura com produtos próprios da companhia. Das bases os produtos seguem para os clientes finais das empresas.

De modo geral, o planejamento logístico das empresas concentra-se na modelagem de decisões sobre estoques, transporte e localização das instalações. A distribuição de combustíveis automotivos segue um modelo logístico dito tradicional, sendo o canal de distribuição vertical e a cadeia de suprimento segmentada (ESTEVES; BICALHO, 2008).

## 2.2 ARMAZENAMENTOS DE COMBUSTÍVEIS EM EMBALAGEM PORTÁTIL

De acordo com ANTT (2004) as exigências gerais aplicáveis ao uso de tanques portáteis destinados ao transporte de produtos da Classe III: Combustíveis e líquidos Inflamáveis, os tanques portáteis, exceto os destinados ao transporte de materiais radioativos, devem conformar-se às exigências de projeto, construção, inspeção e ensaio.

Ainda de acordo com a ANTT (2004) as substâncias devem ser transportadas em tanques portáteis de acordo com a instrução para tanques portáteis aplicáveis, devidamente identificada de acordo com as exigências para ao transporte de Produtos Perigosos descrita na tabela contida na referida Resolução da ANTT 2004, e com as provisões especiais para cada substância, nos requisitos da Relação de Produtos Perigosos.

Também conforme a ANTT (2004) durante o transporte, os tanques portáteis devem ser adequadamente protegidos contra danos à carcaça e ao equipamento de serviço resultante de impacto longitudinal e transversal e de tombamento. Se a carcaça e o equipamento de serviço forem construídos de forma que resistam a impactos ou tombamentos, essa proteção é dispensável.

E ainda conforme Resolução ANTT (2004) não se devem transportar substâncias em compartimentos contíguos de uma carcaça quando puderem reagir perigosamente entre si e provocar as seguintes reações:

- a) Combustão e/ou desprendimento de calor considerável;
- b) Desprendimento de gases inflamáveis, tóxicos ou asfixiantes;
- c) Formação de substâncias corrosivas;
- d) Formação de substâncias instáveis;
- e) Perigoso aumento de pressão.

### 2.3 DEFINIÇÕES DE LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS

De acordo com ABNT (2000) NBR 7.505:2000; são definidos como líquidos inflamáveis e combustíveis os produtos (figura 3), com as seguintes classificações abaixo de acordo com os subitens relacionamos nesta norma tais quais como: a gasolina, o Diesel, Etanol, Carvão, Querosene, Metanol, Biodiesel, Gás natural e Hidrogênio.

*Líquidos inflamáveis:* Líquidos que possuem ponto de fulgor inferior a 37,8°C e pressão de vapor menor ou igual a 275,6 kPa, denominados classe I, e são subdivididos em:

- a) classe IA: Líquidos com ponto de fulgor inferior a 22,8°C e ponto de ebulição inferior a 37,8°C;
- b) classe IB: Líquidos com ponto de fulgor inferior a 22,8°C e ponto de ebulição igual ou superior a 37,8°C;
- c) classe IC: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 22,8°C e inferior a 37,8°C.

*Líquidos combustíveis:* Líquidos que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 37,8°C, e são subdivididos em:

- a) classe II: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 37,8°C e inferior a 60°C;
- b) classe IIIA: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 60°C e inferior a 93°C;
- c) classe IIIB: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 93°C; ou conforme demonstrado na tabela abaixo:

Combustível	Ponto de Fulgor	Auto-ignição
Etanol (70%)	16.6 °C (61.88 °F) <sup>[1]</sup>	363 °C (685.40 °F) <sup>[1]</sup>
Gasolina	-43 °C (-45 °F)	246 °C (495 °F)
Diesel	>62 °C (143 °F)	210 °C (410 °F)
Querosene de Aviação	>60 °C (140 °F)	210 °C (410 °F)
Querosene (Óleo de parafina)	>38°-72 °C (100°-162 °F)	220 °C (428 °F)
Óleo vegetal (canola)	327 °C (620 °F)	
Biodiesel	>130 °C (266 °F)	

Figura 3: Ponto de fulgor dos combustíveis  
Fonte: NR-20

*Líquidos instáveis ou reativos:* Líquidos que no estado puro ou nas especificações comerciais, por efeito de variação de temperatura e pressão, ou de choque mecânico, na estocagem ou no transporte, se tornem auto reativos e, em consequência, se decomponham, polimerizem ou venham a explodir.

*Gases inflamáveis:* gases que inflamam com o ar a 20° C e a uma pressão padrão de 101,3 kPa (Pressão atmosférica ao nível do mar). Líquidos combustíveis: são líquidos com ponto de fulgor > 60° C e ≤ 93° C.

#### 2.4 MEDIDAS DE SEGURANÇA DOS VEÍCULOS E TAMBÉM DAS EMBALAGENS PORTÁTEIS PARA O TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS

Conforme Resolução do CRQ (2012) para que os caminhões possam trafegar pelas estradas brasileiras transportando produtos ou resíduos químicos perigosos, as empresas precisam e são obrigadas a adotar uma série de medidas de segurança.

Primeiramente, o condutor precisa ser treinado para conduzir produtos perigosos. Na viagem ele tem que levar a documentação com dados sobre a classificação da carga, o fabricante ou importador do produto, as autorizações para circulação e informações de segurança para o caso de acontecer um acidente, além de um kit de emergência pronto para ser usado em caso de acidente (CRQ, 2012).

Ainda conforme a CRQ (2012), o veículo transportador tem que estar em boas condições de manutenção e externamente precisa estar sinalizado com

placas indicativas para mostrar o produto (ou produtos) que carrega e seus riscos. A indicação dos perigos é feita por painéis de segurança e rótulos de risco, que trazem números e símbolos indicando a classificação dos produtos transportados e seu enquadramento em uma das classes ou subclasses especificadas na Resolução da ANTT. Existem cerca de 3.500 números ONU relacionando os produtos perigosos. A ONU possui um comitê específico para legislar sobre o assunto.

Conforme a CRQ (2012), os produtos químicos perigosos são divididos em 9 classes:

1. Explosivos;
2. Gases;
3. Líquidos inflamáveis;
4. Sólidos inflamáveis; substâncias sujeitas à combustão espontânea; substâncias que em contato com água emitem gases inflamáveis;
5. Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos;
6. Substâncias tóxicas e substâncias infectantes;
7. Materiais radioativos;
8. Substâncias corrosivas;
9. Substâncias e artigos perigosos diversos.

*O painel de segurança* (figura 4): é retangular (30x40 cm) com uma borda de 1 cm, tem fundo na cor laranja e duas linhas com números em preto. A linha superior indica o número de risco, com exceção dos explosivos, que não têm número de risco. Os algarismos devem ser lidos separadamente. No exemplo ao lado, a tabela deve ser lida como 3-3, que corresponde a líquido altamente inflamável. A linha inferior traz o número ONU, ou seja, o número que identifica o produto de acordo com a listagem de produtos perigosos utilizada internacionalmente. Aqui, 1203 significa que este caminhão está transportando combustível automotor ou gasolina (CRQ, 2012).



**Figura 4: Painel de segurança**  
Fonte: <http://www.crq4.org.br>

O *rótulo de risco* (figuras 5 e 6): informa a classe e a subclasse a que o produto pertence, e indica o risco principal e o risco subsidiário. Trazem símbolos, textos (opcionais, exceto para os radioativos), um número e pode ter cores diversas no fundo. Indica se o produto é explosivo, inflamável, corrosivo, oxidante ou radioativo, por exemplo. O rótulo de risco ao lado indica um produto da subclasse 4.2, ou seja, uma substância sujeita a combustão espontânea (CRQ, 2012).



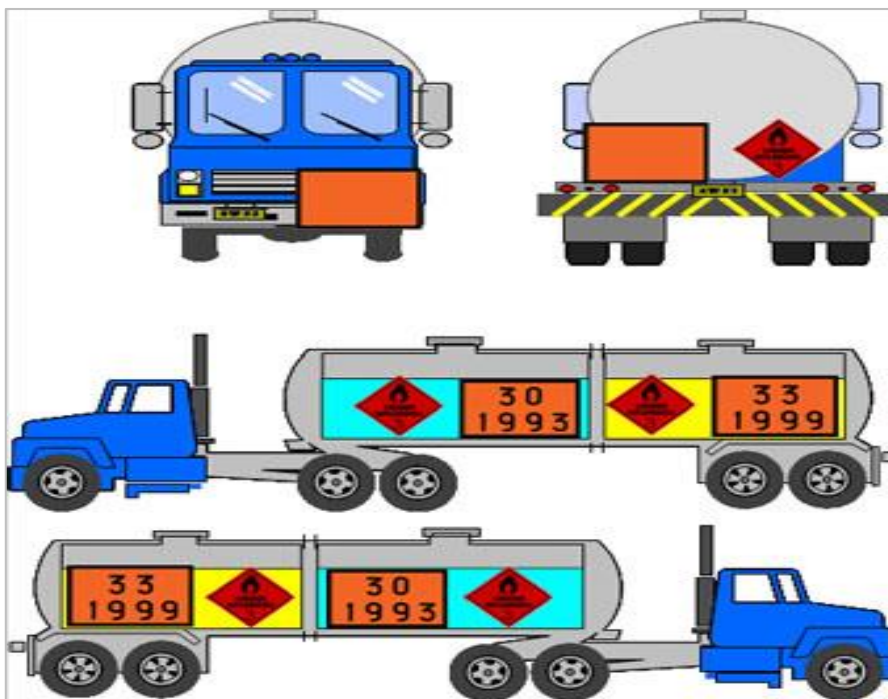


Figura 5: Rótulo de risco  
Fonte: <http://www.crq4.org.br>



Figura 6: Rótulos de riscos  
Fonte: <http://www.crq4.org.br>

Exemplos de medidas de segurança e como deve ser a sinalização dos veículos que transportam cargas a granel (figura 7), fracionadas e com um ou mais produtos perigosos no mesmo veículo.



**Figura 7: Identificação dos veículos para transporte de combustíveis**  
 Fonte: <http://www.crq4.org.br>

De acordo com a ANTT (2004) para que o transporte destes produtos perigosos seja feito com segurança, em diversos países, estabeleceu-se uma sistemática para universalizar os procedimentos internacionais deste seguimento de transporte. Através da relação de produtos perigosos, a ONU introduziu uma codificação numérica, em algarismos arábicos a fim de:

- Universalizar a codificação destes produtos;
- Facilitar seu reconhecimento;
- Comunicar o conteúdo das embalagens para povos com idiomas diferentes.

A sinalização das unidades de transporte é feita, basicamente, por meio da utilização de rótulos de risco e painéis de segurança de acordo com os modelos a seguir (figura 8):



**Figura 8: Identificação dos tanques portáteis**  
 Fonte: <http://www.crq4.org.br>

O transporte de produtos perigosos somente pode ser realizado por veículos e equipamentos de transporte cujas características técnicas e operacionais, bem como o estado de conservação, limpeza e descontaminação, garantam condições de segurança compatíveis com os riscos correspondentes aos produtos transportados, conforme estabelecido pelas autoridades competentes (ANTT, 2012).

Segundo a Resolução Nº 3.762/12, ANTT (2012) que trata do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, são procedimentos padronizados para a correta execução das atividades referentes ao transporte de combustível, são consideradas como prioritárias as seguintes exigências:

- As condições do transporte;
- Os procedimentos em caso de emergência, acidente ou avaria;
- Deveres, obrigações e responsabilidades;
- Fiscalização;
- Infrações e Penalidades.

A Resolução ANTT (2004) também dispõe de informações complementares para o transporte de líquidos inflamáveis e combustíveis, com

informações que contemplam questões de classificação de substâncias transportadas e relações de informações de risco tais como:

- Classificação;
- Relação de Produtos Perigosos;
- Provisões Especiais Aplicáveis a Certos Artigos ou Substâncias;
- Produtos Perigosos Embalados em Quantidade Limitada;
- Disposições Relativas a Embalagens e Tanques e Exigências para Fabricação;
- Marcação e Rotulagem;
- Identificação das Unidades de Transporte e de Carga;
- Documentação;
- Prescrições Relativas às Operações de Transporte.

## 2.5 EMBALAGENS PORTÁTEIS

Conforme Brasil Postos (2017) os recipientes para o transporte de combustíveis devem ser rígidos, metálicos ou não metálicos (figura 9), devidamente certificados e fabricados para este fim, permitindo o escoamento da eletricidade estática gerada durante o abastecimento para os recipientes metálicos. Os recipientes não metálicos devem atender aos regulamentos municipais, estaduais ou federais aplicáveis.

Ainda de acordo com Brasil Postos (2017) é função das embalagens:

- Proteger o conteúdo do produto;
- Resguardar o produto contra ataques ambientais;
- Favorecer ou assegurar os resultados dos processos de conservação;
- Evitar contatos inconvenientes do produto;
- Melhorar a apresentação do produto;
- Possibilitar melhor absorção do produto;

- Favorecer acesso do produto;
- Facilitar o transporte do produto.



**Figura 9: Bombonas e tambores para armazenamento de combustíveis.**  
Fonte: <http://www.brasilpostos.com.br>

Os recipientes metálicos devem ser feitos de uma construção adequadamente robusta, como chapa de aço ou alumínio, e de espessura adequada em relação à capacidade do recipiente e à finalidade pretendida. Um recipiente de metal que satisfaça os requisitos de embalagem de ADR seria considerado adequado e robusto para a maioria das condições de armazenamento (ABNT, 2008).

Conforme Revista Polímeros (2003) os recipientes de plástico devem ser feitos de um polietileno moldado com uma especificação adequado para a finalidade, em relação às características da gasolina e aos requisitos gerais estabelecidos. Os recipientes devem ser adequados para o objetivo pretendido e, como tal, a composição do material deve ser conhecida.

Segundo a Revista Polímeros (2003) diz que atualmente não á um padrão internacional, europeu ou britânico para o armazenamento de gasolina em recipientes de plástico. Mas os recipientes de plástico devem ser aprovados por laboratórios, que avaliam requisitos de desempenho para o transporte de gasolina no âmbito do Acordo Europeu no que se refere ao transporte internacional de mercadorias perigosas por estrada (ADR) seria

considerado robusto para a maioria das condições de armazenamento (REVISTA POLIMEROS, 2003).

O recipiente deve ser de resistência adequada em relação ao propósito pretendido, por exemplo, materiais como o polietileno virgem de alta densidade (HDPE) atenderão a essa necessidade (Figura 10).



**Figura 10: Galões portáteis para transporte de combustíveis**  
Fonte: <http://www.brasilpostos.com.br>

## 2.6 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS PARA COMBUSTÍVEIS

A Occupational Health and Safety Assessment Services (OHSAS), por meio da normativa 18001, define risco como a combinação da frequência, ou probabilidade, e das consequências da ocorrência de uma situação de perigo específica. Ainda destaca-se que o conceito de perigo difere do risco, sendo que se trata de perigo as características relacionadas de uma atividade ou substância, que podem causar algum tipo de dano para pessoas, instalações ou meio ambiente (LIMA; COSTA JÚNIOR; NETO, 2008).

Segundo Rielli (2007) os riscos possuem classificação tanto ocupacional quanto o ambiental. De acordo com a Portaria nº 3.214 de 1978 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978), os riscos ocupacionais podem ser divididos em cinco tipos: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e acidentes.

O quadro 1 mostra os tipos de riscos e suas principais características:

GRUPO 01 VERDE	GRUPO 02 VERMELHO	GRUPO 03 MARROM	GRUPO 04 AMARELO	GRUPO 05 AZUL
<b>RISCOS FÍSICOS</b>	<b>RISCOS QUÍMICOS</b>	<b>RISCOS BIOLÓGICOS</b>	<b>RISCOS ERGONÔMICOS</b>	<b>RISCOS DE ACIDENTES</b>
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias compostas ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de <i>stress</i> físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

**Quadro 1 - Riscos**

Fonte: <https://www.brasilpostos.com.br>

Além dos riscos mencionados, há também a possibilidade de existirem os riscos ao meio ambiente, que estão ligados tanto a agentes físicos, químicos quanto biológicos que tendem a impactar os ecossistemas quando ultrapassam os limites do ambiente de trabalho, podendo atingir os compartimentos ambientais como: solo, ar e água (RIELLI, 2007).

Conforme Rielli (2007) os riscos ao meio ambiente também podem estar associados a vazamentos, extravasamentos, transbordos e emissões, entre outros. Tornam-se riscos reais quando ultrapassam os limites das normativas cabíveis e quando afetam a saúde ambiental e humana. Pode-se relacionar também como riscos ao meio ambiente os fenômenos da natureza como enchentes, inundações e alagamentos.

De acordo com Haddad; Serpa; Arias (2013), considerando-se a classificação de produtos perigosos baseados nos tipos de riscos estabelecida pela ONU, distribuidoras e postos revendedores por possuírem como principal produto de comercialização os combustíveis automotivos, podendo afirmar que os riscos associados a estes empreendimentos encontram-se na Classe 3 (Líquidos Inflamáveis).

Conforme Haddad, Serpa; Arias (2013), os líquidos inflamáveis podem ser líquidos, misturas de líquidos, ou líquidos contendo sólidos ou em suspensão (tintas, vernizes, entre outros), que em temperaturas de até 60,5°C (testes em vasos fechados) produzem vapores inflamáveis. Além disso, caso os produtos químicos de um posto revendedor venham a entrar em contato com organismos vivos, estes podem vir a serem tóxicos, podendo causar danos à saúde ou até mesmo a morte de indivíduos.

A classe de risco destes produtos, portanto, também pode ser considerado como 6 (Substâncias tóxicas e infectantes). As vias de exposição aos compostos tóxicos e infectantes podem ser: inalação, ingestão ou absorção cutânea (HADDAD; SERPA; ARIAS, 2013). As substâncias geradoras dos riscos supracitadas estão relacionadas essencialmente aos combustíveis automotivos existentes nos postos revendedores, sendo principalmente a gasolina, o diesel e o álcool.

## 2.7 QUANTIDADE PERMITIDA PARA O TRANSPORTE EM EMBALAGENS PORTÁTEIS

ABNT (2015) define que, a capacidade nominal do recipiente é o volume máximo de líquido, ou seja, não superior a 10 litros se fabricado em plástico e não superior a 20 litros se for feito de metal. A capacidade total dos recipientes deve ser entre 10% e 15% a mais do que a capacidade nominal (ou seja, o volume máximo de líquido que o recipiente seria mantido se preenchido até a borda). Isso permitirá que o espaço para a gasolina se expanda, por exemplo, onde o recipiente pode estar exposto ao ganho de calor.

De acordo com ANTT (2006), recipientes não metálicos devem ter capacidade máxima de 50 litros e atenderem aos regulamentos municipais,



estaduais ou federais aplicáveis. Recipientes com capacidade inferior ou igual a 50 litros devem ser abastecidos fora do veículo, apoiados sobre o piso, com a vazão mínima da unidade abastecedora e embutindo ao máximo possível o bico dentro do recipiente. No caso do abastecimento de volumes superiores a 50 litros, devem ser feito em recipientes metálicos certificados pelo Inmetro, podendo ser realizado sobre a carroceria do veículo, com a garantia da continuidade elétrica do aterramento, durante o abastecimento, através de, no mínimo, o contato do bico com o bocal do recipiente.

Ainda de acordo com ANTT (2006) no caso de volumes de produtos perigosos acondicionados em embalagens internas, devem ser colocados em embalagens externas adequadas, sendo que a massa bruta total não deve exceder a 30 quilos (figura 11). Para o caso de transportes de cargas perigosas em maior quantidade, mas que não sejam destinadas ao consumo individual, estão dispensadas as seguintes exigências: porte do(s) rótulo(s) de risco(s) no volume; marcação do nome apropriado para embarque no volume; segregação entre produtos perigosos em um veículo ou contêiner; rótulos de risco e painéis de segurança afixados na unidade de transporte para carregamentos em que a quantidade bruta de produtos perigosos seja de até 1000 quilos; limitações quanto a itinerário, estacionamento e locais de carga e descarga; e porte da marca ou identificação da conformidade nas embalagens (ANTT, 2006).



**Figura 11: Quantidade permitida para o transporte de combustíveis em veículos descaracterizados**

Fonte: <https://www.brasilpostos.com.br>

Conforme ANTT (2006) permanecem válidos outros requisitos, como proibição de conduzir passageiros no veículo; marcação do número das Nações Unidas, precedida das letras ONU e UN no volume; porte de EPI e de equipamentos para atendimento a situações de emergência, inclusive extintores de incêndio, para o veículo e para a carga, caso esta exija; treinamento específico para o condutor do veículo; portar ficha de emergência e envelope para transporte; precauções de manuseio (carga, descarga, estiva, etc.) e rótulos de risco e painéis de segurança afixados na unidade de transporte para carregamento em que a quantidade bruta total de produtos perigosos seja superior a 1000 quilos nesta unidade.

Ainda conforme ANTT (2006) para carregamentos iguais ou inferiores ao limite de quantidade por unidade de transporte 333 quilos, independentemente das dimensões das embalagens, estão dispensadas as exigências relativas ao rótulo de risco e painéis de segurança afixados ao veículo; ao porte de EPIs e de equipamentos para atendimento a situações de emergência, exceto extintores de incêndio, para o veículo e para a carga, caso esta exija; às limitações quanto a itinerário, estacionamento e locais de carga e descarga; ao treinamento específico para o condutor do veículo; portar ficha de emergência e envelope para transporte; e à proibição de conduzir passageiros no veículo (ANTT, 2006).

## 2.8 GALÃO PORTÁTIL DE 5 LITROS DE (PAED)

Segundo Coutinho, F. M. B. et al (2003) o PEAD é utilizado em diferentes segmentos da indústria de transformação de plásticos, abrangendo os processamentos de moldagem por sopro, extrusão e moldagem por injeção.

Conforme Coutinho, F. M. B. et al (2003) pelo processo de injeção, o PEAD é utilizado para a confecção de baldes e bacias, bandejas para pintura, banheiras infantis, brinquedos, conta-gotas para bebidas, jarros d'água, potes para alimentos, assentos sanitários, bandejas, tampas para garrafas e potes, engradados, boias para raias de piscina, caixas d'água, entre outros.

Ainda de acordo com Coutinho, F. M. B. et al (2003) pelo processo de sopro, destaca-se a utilização na confecção de bombonas, tanques e tambores

de 60 a 250 litros, onde são exigidas principalmente resistência à queda, ao empilhamento e a produtos químicos, frascos e bombonas de 1 a 60 litros (figura 12), onde são embalados produtos que requeiram alta resistência ao fissuramento sob tensão.

Coutinho, F. M. B. et al (2003) também salienta que é através do processo de extrusão, que se pode aplicar isolamento de fios telefônicos, obter sacos para congelados, revestimento de tubulações metálicas, polidutos, tubos para redes de saneamento e de distribuição de gás, emissários de efluentes sanitários e químicos, dutos para mineração e dragagem, barbantes de costura, redes para embalagem de frutas, fitas decorativas, sacos para lixo e sacolas de supermercados.



**Figura 12: Galão 5 litros homologado para transporte de combustível**  
Fonte: <https://www.brasilpostos.com.br>

Segundo Vitalplas (2017) há vários tipos de bombona de PEAD disponíveis no mercado. Empresas especializadas na fabricação e distribuição de soluções plásticas costumam oferecer esse tipo de produto em suas variadas versões. As bombonas abrangem um grande leque de tamanhos, como os modelos de 5, 10, 20, 50 e até 200 litros. As menores são conhecidas

como galões e servem para transportar líquidos em menores quantidades, enquanto as maiores são chamadas de tambores e fabricadas para atender principalmente às necessidades de armazenagem da indústria química e agroquímica. (VITALPLAS, 2017).

Os galões e tambores são fabricados em conformidade com as normas rígidas de segurança e projetados para diferentes tipos de líquidos, de alimentos e produtos químicos perigosos. Seus benefícios incluem a praticidade para o transporte e economia de espaço na armazenagem dos líquidos ([www.vitaplas.com.br/bombona-pead](http://www.vitaplas.com.br/bombona-pead)).

## 2.9 CARACTERÍSTICAS PEAD UTILIZADO NA FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PORTÁTEIS

De acordo com a Abiplast (2014) o Polietileno de alta densidade – PEAD, material opaco devido à sua maior densidade e alto grau de cristalinidade. Possui boas propriedades mecânicas, é resistente às baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido, com ótimas resistências química e mecânica. Muito resistente quimicamente o que permite sua aplicação em embalagens de produtos de limpeza e produtos químicos, utilizado também na fabricação de autopeças.

Segundo a Abiplast (2014) os plásticos são polímeros formados pela união de grandes cadeias moleculares chamadas macromoléculas que por sua vez são formadas por moléculas menores chamadas de monômeros.

Os polímeros são produzidos por um processo químico conhecido por polimerização, sendo a reação que une quimicamente as moléculas de monômero. As matérias-primas principais para a produção dos materiais plásticos são o petróleo e o gás natural e também podem ser obtidos a partir de fontes renováveis como, por exemplo, do etanol (álcool etílico) proveniente da cana-de-açúcar.

Principais classificações dos Plásticos:

- Naturais;
- Sintéticos;

- Termoplásticos;
- Termofixos;
- Elastômeros.

Conforme Cruz, Farah; Bretas (2008) as crescentes aplicações do polietileno de alta densidade (PEAD), principalmente no setor de embalagens de descarte rápido, vêm tornando o PEAD um dos plásticos mais utilizados no mercado mundial. O descarte dos resíduos sólidos urbanos no Brasil indica que o PEAD encontra-se em aproximadamente 30% do total dos plásticos rígidos coletados, perdendo apenas para o PET (politereftalato de etileno), com 60%.

Segundo Cruz, Farah; Bretas (2008) existem uma tendência geral ao aproveitamento desses resíduos considerando-se o imenso valor do potencial dos materiais processados e em consideração aos desperdícios e poluição decorrentes de não utilização desses resíduos.

De acordo com Mendes (2011) apesar do PEAD pós-consumo estar sendo amplamente reciclado e incorporado em diversos produtos nos mais variados setores (indústria de embalagens, construção civil, automotiva e outras), poucos estudos tem sido realizados no sentido de analisar sua degradação durante os processos de reciclagem.

## 2.10 DEGRADAÇÃO DAS EMBALAGENS PEAD POR AGENTES QUÍMICOS

Segundo De Paoli (2008) denomina-se degradação qualquer reação química que altere a qualidade de interesse de um material polimérico. Essas reações podem ser intra ou intermoleculares e podem ocorrer por diversos tipos de processos, tais como despolimerização, oxidação, reticulação ou cisão de ligações químicas.

De acordo com Nakasato (2012) a degradação química (figura 13), está diretamente relacionada, a processos induzidos pela exposição do polímero a agentes químicos como: hidrólise (água), oxidação (oxigênio) e produtos químicos. Em vários casos também é causado por exposição a altas temperaturas, pode-se observar um aumento significativo na degradação do

polímero ocasionado pelo aumento da energia que influencia na ativação do processo de degradação.



**Figura 13: Degradação de embalagem por agentes químicos**  
Fonte: <https://steemit.com>

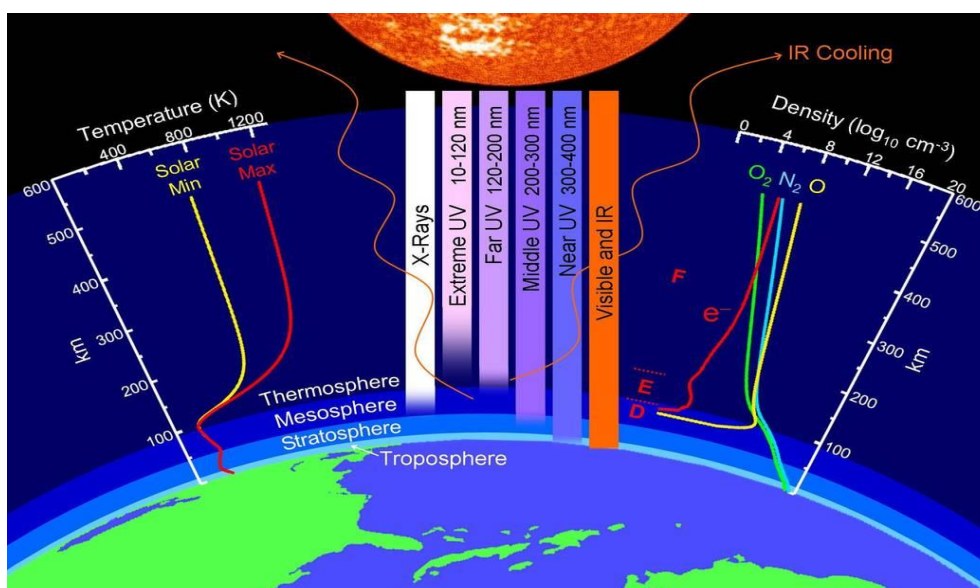
Nakasato (2012) afirma que é comum um plástico ser extremamente resistente a um agente químico, porém muito susceptível a outros agentes, entretanto a comparação entre materiais deve ser feita para cada reagente químico específico, ou aplicação específica. Para a escolha de um polímero adequado para uma determinada aplicação do ponto de vista químico a decisão deve considerar que o polímero sofre degradação no meio químico em que estará exposto. A resistência química a um determinado agente ou solvente e influenciado pela sua aplicação (NAKASATO, 2012).

## 2.11 DEGRADAÇÃO DAS EMBALAGENS PEAD POR RAIOS ULTRAVIOLETA (FOTODEGRADAÇÃO)

De acordo com Montagna; Santana, (2012) os polímeros quando expostos a luz solar na presença de oxigênio são degradados, no entanto as taxas de degradação dependem fortemente da natureza química do polímero. Durante o processo degradativo ocorrem mudanças físicas e químicas no polímero que levam à descoloração, fissuramento, perda de brilho e queda de resistência mecânica. Tais fenômenos estão quase sempre associados a processos de cisão de cadeia e, em alguns casos, ocorrem também reticulações.

A fotodegradação é um processo que envolve a degradação do material através dos raios ultravioletas em uma atmosfera que contém oxigênio (figura 14). O Polímero é altamente suscetível à fotodegradação, que ocorre mais rapidamente no ar que em ambiente inerte (MONTAGNA; SANTANA, (2012).

Ainda de acordo com Montagna; Santana, (2012) mesmo que o Polímero não absorva no comprimento de onda acima de 290 Nm, o processo oxidativo radicalar poderá ser iniciado pela absorção da luz solar. É importante ressaltar que o Polímero absorve fortemente a radiação UV com comprimento de onda menor que 250 Nm, o que é bem inferior ao limite de comprimento de onda que atinge a superfície terrestre (cerca de 290 Nm).



**Figura 14: Influência do UV na degradação de polímeros**  
 Fonte: <http://rms.jcsd.net>

Os recipientes de plástico não são destinados a armazenamento sob luz solar direta. O material do recipiente deve ser de tal composição que as características de desempenho não são significativamente diminuídas pelo efeito adverso da exposição à ocorrência natural radiação ultravioleta (UV).

De acordo com Montagna; Santana, (2012) o material de construção deve, portanto, incluir uma estabilização UV adequada e os materiais fabricados com estabilizadores de luz de amina impedidos (HALS) fornecem estabilizadores eficientes contra a degradação induzida pela luz da maioria dos polímeros. Eles não absorvem radiação UV, mas inibem a degradação do polímero e, portanto, são capazes de proporcionar estabilidade térmica leve em

longo prazo. No entanto, a taxa de degradação do recipiente será suscetível ao armazenamento e condições.

De acordo com Montagna; Santana, (2012) para se avaliar a estabilidade, ou mesmo avaliar a eficiência de um polímero é necessário submetê-los a ensaios que simulem as condições às quais ele estaria exposto durante a sua vida útil. Estes ensaios podem ser realizados em condições reais de exposição ao intemperismo durante um determinado período. Ainda conforme Montagna; Santana, (2012) faz-se necessário para estudar a degradação do polímero, o mesmo precisa ser exposto à radiação UV natural do sol e a umidade durante um período de 10 e 120 dias. Neste período ocorre a Fotodegradação dos polímeros pela ação do Raios Solares (UV).

As figuras 15 e 16, são relacionadas as embalagens que foram expostas a ação dos Raios Solares pelo período de 120 dias conforme descrito por Montagna; Santana, (2012). Estas embalagens foram submetidas a tal processo para serem submetidas aos ensaios de Queda e Estanqueidade que exigidos pela Resolução ANTT 420/2004.



**Figura 15: Exposição das embalagens aos Raios UV no período de 30 e 60 dias**  
**Fonte: Autoria própria**





**Figura 16: Exposição das embalagens aos Raios UV no período de 90 e 120 dias**  
**Fonte: Autoria própria**

## 2.12 TESTES DE SEGURANÇA PARA EMBALAGENS PEAD PORTÁTEIS

De acordo com ANTT (2004) os ensaios embalagens têm como objetivo desenvolver atividades que analisem o desempenho das embalagens, a fim de garantir que elas atendam às especificações disponibilizadas nas normas. Os resultados dos ensaios das embalagens devem fornecer insumos para que os fabricantes aumentem a qualidade dos produtos que chegam ao consumidor final.

Os ensaios das embalagens devem responder algumas perguntas que não são necessariamente técnicas, mas que ajudam a compreender se a concepção geral da embalagem e se está condizente com seu objetivo, como por exemplo:

- Quais os pontos fracos da embalagem?
- É possível aperfeiçoá-la, assim como os recursos usados em sua fabricação?
- E os resíduos produzidos?
- A embalagem atende a todos os requisitos obrigatórios?

- O conceito desta embalagem é adequado?
- A embalagem é resistente para o transporte?

Conforme ANTT (2004) as exigências para os testes referem-se a embalagens de uso corrente. Levando em conta os progressos em ciência e tecnologia. Não há objeções ao uso de embalagens com especificações diferentes das embalagens já existentes, desde que tais embalagens sejam igualmente efetivas, aceitas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro, e capazes de suportar os ensaios estipulados.

Métodos de ensaio diferentes dos descritos neste Regulamento são aceitáveis, desde que equivalentes. Toda embalagem destinada a conter líquidos deve ser aprovada num ensaio de estanqueidade adequado e ser capaz de atender ao nível de ensaio apropriado indicado a seguir:

- a) Antes de ser utilizada no transporte pela primeira vez;
- b) Depois de recondicionada ou refabricada, antes de sua reutilização no transporte.

### 2.13 TESTE DE IMPACTO (QUEDA) RESOLUÇÃO ANTT 420/2004

De acordo com a Resolução ANTT 420/2004, os ensaios de Impacto (queda livre), obedecem aos critérios do quadro – 2 abaixo:

EMBALAGEM	Nº DE AMOSTRAS POR ENSAIO	ORIENTAÇÃO DA QUEDA
Tambores de aço Tambores de alumínio Tambores de metal (exceto aço e alumínio) Bombonas de aço Bombonas de alumínio Tambores de compensado Barris de madeira Tambores de papelão Tambores e bombonas de plástico Embalagens compostas com forma de tambor	Seis (3 para cada queda)	Primeira queda (com 3 amostras): a embalagem deve atingir o alvo diagonalmente com o aro ou, se este não existir, com uma costura circular ou uma borda. Segunda queda (com as outras 3 amostras): a embalagem deve atingir o alvo com a parte mais fraca não testada na primeira queda, por exemplo, um fecho ou, para certos tambores cilíndricos, uma costura longitudinal soldada do corpo do tambor.

**Quadro 2 - Orientação ao ensaio de queda**  
Fonte: Resolução ANTT 420/2004

Preparação de embalagens para o ensaio:

a) **Embalagens metálicas:** a embalagem deve ser enchida, no mínimo, até 95% de sua capacidade, se destinado a sólidos, ou até 98%, se destinado a líquidos, de acordo com o projeto-tipo. Dispositivos de alívio da pressão devem ser removidos e ter suas aberturas lacradas, ou tornados inoperantes;

b) **Embalagens flexíveis:** a embalagem deve ser enchida, no mínimo, 95% de sua capacidade, e até sua carga máxima admissível, a qual deverá estar uniformemente distribuída;

c) **Embalagem de plástico rígido e Embalagem composta:** a embalagem deve ser enchida, até no mínimo, 95% de sua capacidade, se for destinado a sólidos, ou até 98%, se destinado a líquidos, de acordo com o projeto-tipo. Dispositivos de alívio da pressão devem ser removidos e ter suas aberturas lacradas, ou tornados inoperantes. O ensaio deve ser realizado com a amostra e seu conteúdo em temperatura igual ou inferior a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Quando as amostras de embalagens compostas forem preparadas dessa forma, o condicionamento especificado pode ser dispensado. Os líquidos de ensaio devem permanecer nesse estado, se necessário com emprego de anticongelante. Esse condicionamento pode ser dispensado se os materiais em questão tiverem ductilidade e resistência à tração suficiente em baixas temperaturas.

## 2.14 METODOLOGIA DO ENSAIO

A embalagem deve ser deixada cair sobre uma superfície horizontal, rígida, plana, lisa e não resiliente, de modo que o ponto de impacto ocorra na parte da base considerada mais vulnerável. Embalagem com até 0,45m<sup>3</sup> de capacidade devem ser submetidos a ensaios de queda adicionais (quadro 3):

a) Embalagens metálicas: impacto contra a parte mais vulnerável, que não seja a parte da base atingida na primeira queda;

b) Embalagens flexíveis: impacto contra o lado mais vulnerável;

c) Embalagens de plástico rígido, compostos, de papelão e de madeira: impacto de cheio contra um dos lados, contra o topo e contra um dos cantos.

Pode-se usar a mesma embalagem ou embalagem diferentes em cada queda.

Altura de queda:

<i>Grupo de embalagem I</i>	<i>Grupo de embalagem II</i>	<i>Grupo de embalagem III</i>
<i>1,8m</i>	<i>1,2m</i>	<i>0,8m</i>

**Quadro 3 - Orientação à altura da queda**  
**Fonte: ANTT 420/2004**

Critérios de aprovação:

a) Embalagens metálicas: não deve ocorrer perda de conteúdo;

b) Embalagens flexíveis: não deve ocorrer perda de conteúdo. Pequena descarga (por exemplo, pelo fecho ou pelos furos da costura) no momento do impacto, não deve ser considerada falha do IBC (Intermediate Bulk Container), desde que não haja vazamento após o IBC, ter sido levantado do solo;

c) Embalagens de plástico rígido, compostos, de papelão e de madeira: não deve ocorrer perda de conteúdo. Pequena descarga pelo fecho, no

momento do impacto, não deve ser considerada falha da embalagem, desde que não haja vazamento posterior.

## 2.15 TESTE DE IMPACTO (QUEDA) SEGUNDO PADRÕES DO HSE

Segundo o laboratório HSE (2017) para a realização do ensaio de queda a metodologia aplicada aos testes são as mesmas aplicadas nos ensaios realizados pelo Órgão Acreditador Brasileiro (INMETRO), que são os ensaios exigidos pela Resolução 420/2004, aplicado nas embalagens que são destinadas exclusivamente para o armazenamento de combustível. Os testes utilizados são o de impacto (queda livre), que irão ser orientados pelos padrões e normas aplicadas pelo HSE. Para realizar os testes é necessário seguir as orientações da seguinte forma:

- Três recipientes devem ser preenchidos até sua capacidade nominal com água que possui um aditivo anticongelante e fechado com a tampa aplicada com um torque de 3 Nm;
- Os três recipientes devem ser mantidos por 16 horas até -25 °C e, imediatamente a partir daí cada um deles testado à temperatura ambiente, deixando-o de uma altura de 1,2 m para que ele caia uma vez em um dos cantos;
  - Uma vez na tampa;
  - Uma vez no ponto de solda lateral do molde;
  - E uma vez na diagonal fundo solda do molde.

**Nota:** naturalmente deve cair quando liberado com a mão ou dispositivo a área de pouso.

- A área de pouso deve ser uma placa de aço plano, horizontal, inflexível ou concreto ou pedra de laje;

**Nota:** os recipientes devem ser examinados visualmente para garantir que eles permaneçam intactos e não mostrem sinais de vazamento visível quando caídos.

## 2.16 TESTE DE ESTANQUEIDADE PARA EMBALAGENS PORTÁTEIS



**Figura 17: Equipamento industrial de teste de estanqueidade**  
Fonte: <http://www.directindustry.com>

Conforme Resolução ANTT 420/2004, os ensaios de estanqueidade (figura 17), obedecem aos critérios dos itens abaixo:

- Ensaio de estanqueidade: este ensaio deve ser efetuado em todos os projetos-tipo de embalagens destinadas a conter líquidos, exceto as embalagens internas de embalagens combinadas;
- Número de amostras: três amostras por projeto-tipo e três por fabricante;
- Preparação especial das amostras para o ensaio: fechos com dispositivos de respiro devem ter seus orifícios lacrados ou devem ser substituídos por similares sem respiro;
- Método de ensaio e pressão a ser aplicada: as embalagens, incluindo seus fechos, devem ser mantidas submersas em água por cinco minutos enquanto é aplicada uma pressão interna de ar (quadro 4). O método de submersão não deve afetar os resultados do ensaio;

Grupo de Embalagem I	Grupo de Embalagem II	Grupo de Embalagem III
$\geq 30\text{kPa}$ (0,3bar)	$\geq 20\text{kPa}$ (0,2bar)	$\geq 20\text{kPa}$ (0,2bar)

Quadro 4 - Padrão de pressão interna nas embalagens para teste  
Fonte: ANTT 420/2004

Podem ser empregados outros métodos, desde que igualmente eficazes.

Nota: Para realizar este ensaio foram desprezados pela falta de equipamentos apropriados os indicadores de pressão da tabela 3, da referida Resolução ANTT 420/2004, por uma pressão externa aplicada em forma de força mecânica manual exercida pelas mãos com a ação da compressão das paredes de fora pra dentro das embalagens (figura 18).

Nota: Critério de aprovação é as embalagens não deve haver vazamentos.



Figura 18: Ensaio manual de estanqueidade dos galões para combustíveis  
Fonte: Autoria própria

### 3 METODOLOGIA

Os tipos de pesquisa utilizados no trabalho serão: Pesquisa Bibliográfica; Pesquisa Experimental.

#### 3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

“A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta” (FONSECA, 2002, p. 32).

Para Gil (2007), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Ainda conforme Gil (2007), boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas.

#### 3.2 PESQUISA EXPERIMENTAL

De acordo com Gil (2007), de modo geral, o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Ainda de acordo com Gil (2007), a pesquisa experimental constitui o delineamento mais prestigiado nos meios científicos. Consiste essencialmente



em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Trata-se, portanto, de uma pesquisa em que o pesquisador é um agente ativo, e não um observador passivo.

Gil (2007) também afirma que as pesquisas experimentais constituem o mais valioso procedimento disponível aos cientistas para testar hipóteses que estabelecem relações de causa e efeito entre as variáveis. Em virtude de suas possibilidades de controle, os experimentos oferecem garantia muito maior do que qualquer outro delineamento de que a variável independente causa efeitos na variável dependente.

### 3.3 ENSAIOS PARA EMBALAGENS PORTÁTEIS PARA TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS

Para este trabalho foram realizados oito testes de impacto em galões de 5 litros, conforme descrito no subitem: 2.15, segue abaixo:

1. Três recipientes devem ser preenchidos até sua capacidade nominal (-2%) com água que possui um aditivo anticongelante e fechado com a tampa aplicada com um torque de 3 Nm;
2. Os três recipientes devem ser mantidos por 16 horas até -25 °C e, imediatamente a partir daí cada um deles testado à temperatura ambiente, deixando-o de uma altura de 1,2 m para que ele caia uma vez em um dos cantos orientado da seguinte forma;
  - a. Uma vez na tampa;
  - b. Uma vez no ponto de solda lateral do molde;
  - c. E uma vez na diagonal fundo solda do molde.

A figura 19 é referente às quatro embalagens de PEAD que passaram pelo processo de Fotodegradação, sendo exposta a Radiação solar (UV), definida como embalagens UV (Ultra Violeta).



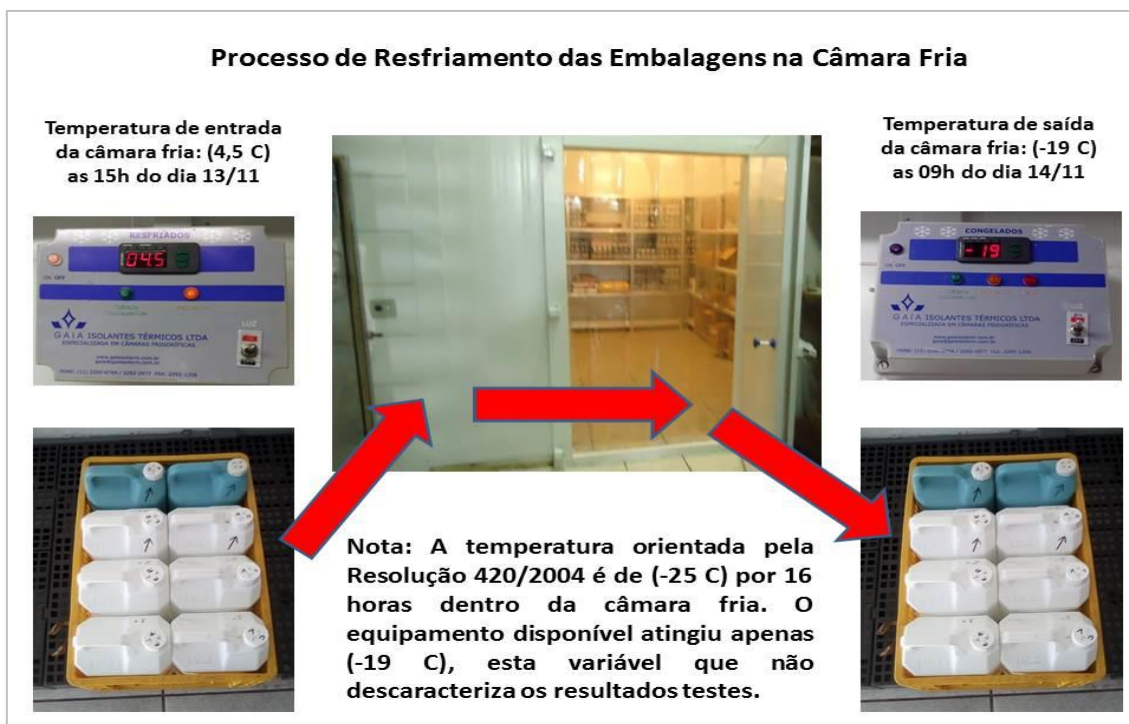
**Figura 19: Embalagens que passaram pelo processo de radiação solar com UV**  
Fonte: Aatoria própria

A figura 20 é referente às quatro embalagens de PEAD que ficaram reservadas em abrigo protegido, sem contato com a radiação solar (UV), e são definidas como embalagens EP (Embalagens Preservadas).



**Figura 20: Embalagens protegidas com os raios solares sem UV**  
Fonte: Aatoria própria

A figura 21 é referente ao processo de resfriamento das embalagens em câmara fria por um período de 16 horas em uma temperatura de até (-25 C), de acordo com a exigência da Resolução ANTT 420/2004.



**Figura 21: Processo de resfriamento das embalagens em câmara fria**  
**Fonte: Autoria própria**

As embalagens utilizadas para a realização dos testes de estanqueidade foram às mesmas oito embalagens descritas acima, antes de passar pelo processo de resfriamento. Seguiram as seguintes orientações:

- Quatro embalagens que passaram pelo processo de Fotodegradação, sendo exposta a Radiação solar (UV);
- E quatro embalagens que ficaram reservadas em abrigo protegido sem o contato com a radiação solar (UV).
- Os testes aplicados são baseados nas normas vigentes do nosso país padronizados pela ANTT 420/2004 e também são os mesmos testes adotados pelo Laboratório Internacional HSE (Health and Safety Executive).

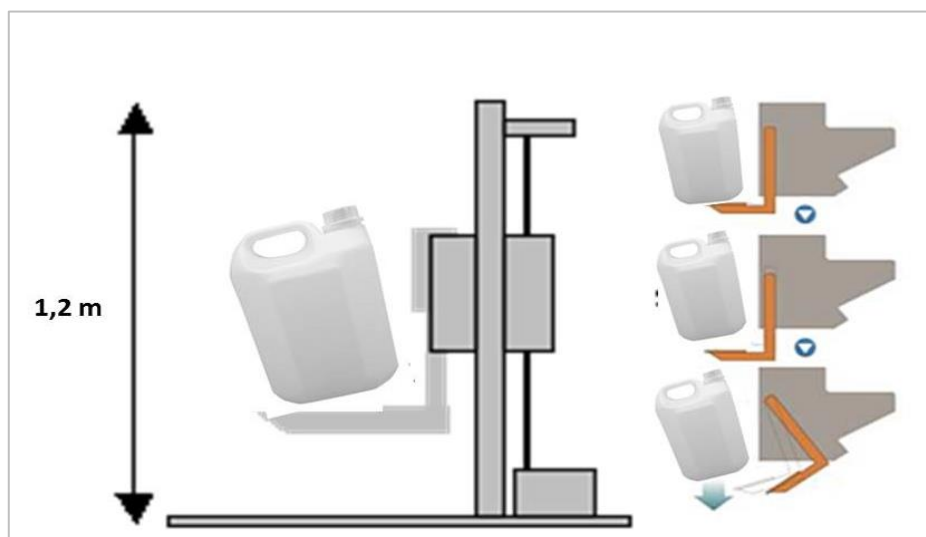
Os testes são realizados de acordo com a Resolução do INMETRO Portaria nº 326 de 11 de dezembro de 2006 e Documentos Complementares do Decreto nº 1797, de 25/01/1996, Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai.

### 3.4 PASSO A PASSO PARA O ENSAIO DE IMPACTO (QUEDA)

EMBALAGENS DE PEAD SUBMETIDAS AO PROCESSO DE FOTODEGRADAÇÃO, RADIAÇÃO SOLAR (UV) POR 120 DIAS.

Passo 1: Ensaio para testar zona diagonal de costura do molde (solda do fundo):

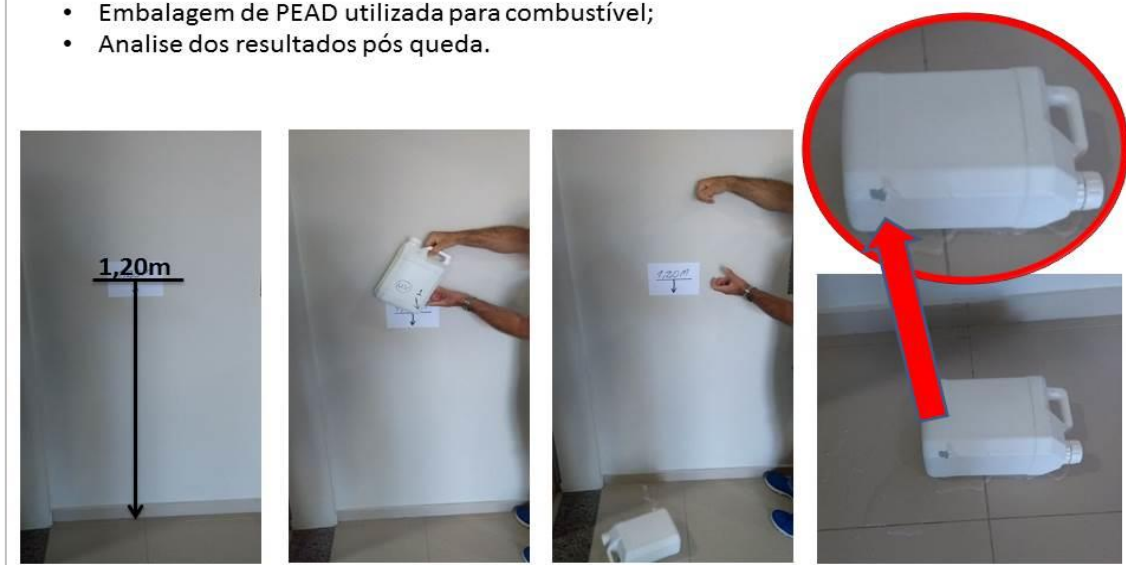
Posiciona-se a embalagem na posição diagonal onde a zona de costura (solda) do molde, possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a costura do molde da embalagem na zona do fundo. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de costura. Conforme ilustrado (figuras 22 e 23):



**Figura 22: Ensaio de queda costura diagonal do molde**  
Fonte: Autoria própria

**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

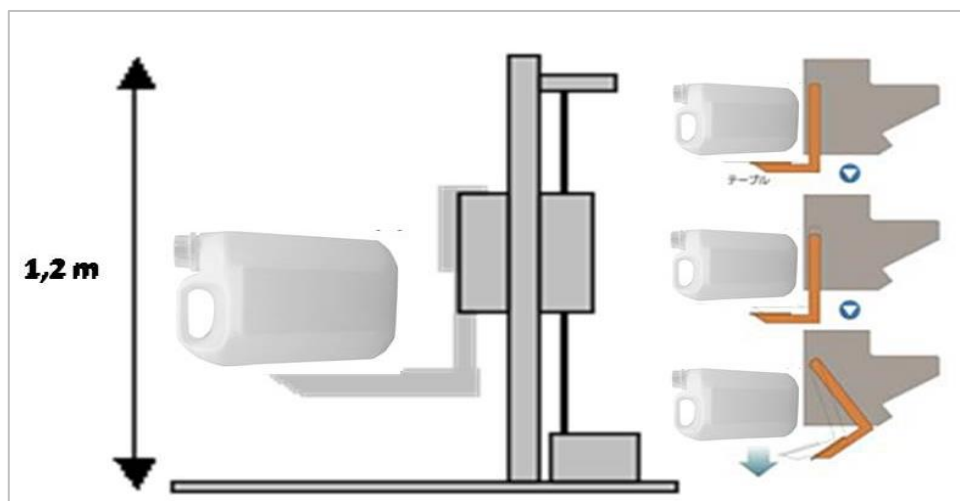
- Teste 1: Realizado com embalagens certificadas pelo INMETRO, que ficaram expostas por 120 dias sob os efeitos dos Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a costura diagonal do fundo do molde da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizada para combustível;
- Análise dos resultados pós queda.



**Figura 23: Ensaio referente à costura diagonal do fundo do molde com UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Passo 2: Ensaio para testar zonas de costura da base lateral do molde (solda do lateral):

Posiciona-se a embalagem na posição lateral onde a zona de costura (solda) do molde, possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a costura da embalagem na zona da base. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de costura. Conforme ilustrado (figuras 24 e 25):



**Figura 24: Ensaio de queda costura lateral do molde**  
 Fonte: Autoria própria

**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

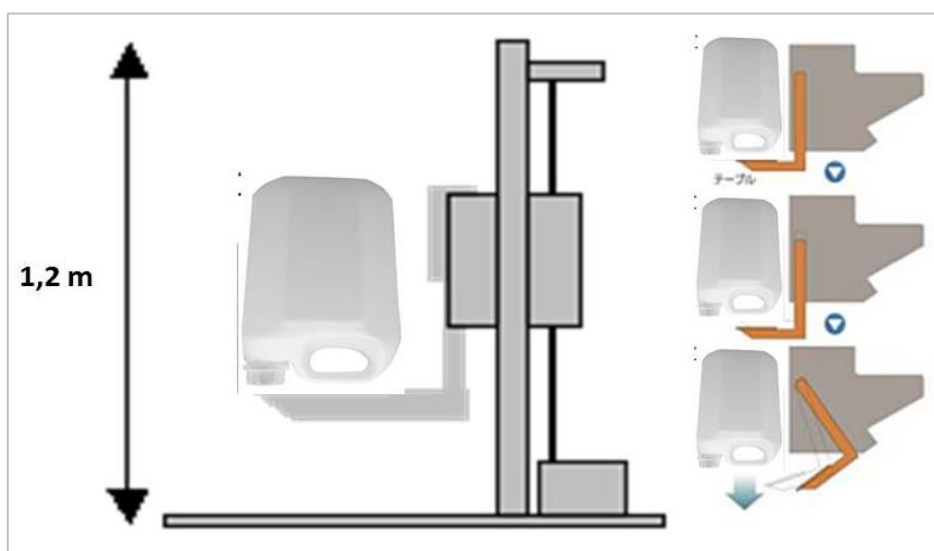
- Teste 2: Realizado com embalagens certificadas pelo INMETRO, que ficaram expostas por 120 dias sob os efeitos dos Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a costura lateral do molde da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizada para combustível;
- Análise dos resultados pós queda.



**Figura 25: Ensaio referente à costura lateral do molde da embalagem com UV**  
 Fonte: Autoria própria

Passo 3: Ensaio para testar zonas de vedação rosca e tampa (rosca e tampa):

Posiciona-se a embalagem na posição de ponta cabeça onde a zona de vedação (rosca, tampa e alça) possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a vedação a rosca e a tampa, verificando se a embalagem permanece mantendo a estanqueidade pós-teste. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de estanqueidade. Conforme ilustrado (figuras 26 e 27):



**Figura 26: Ensaio de queda tampa e rosca**  
**Fonte: Autoria própria**

**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

- Teste 3: Realizado com embalagens certificadas pelo INMETRO, que ficaram exposta por 120 dias sob os efeitos dos Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a tampa, rosca e costura da alça da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizado para combustível;
- Análise dos resultados pós queda.



**Figura 27: Ensaio referente a tampa, rosca e costura da alça da embalagem com UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Passo 4: Ensaio para testar zona diagonal de costura do molde (solda do fundo):

Posiciona-se a embalagem na posição diagonal onde a zona de costura (solda) do molde, possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a costura do molde da embalagem na zona do fundo. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de costura. Conforme ilustrado (figura 28);



**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

- Teste 4: Realizado com embalagens não certificadas pelo INMETRO, que ficaram expostas por 120 dias sob os efeitos dos Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a costura diagonal do fundo do molde da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizada para produtos de limpeza;
- Análise dos resultados pós queda.



**Figura 28: Ensaio referente a costura diagonal do fundo do molde, embalagem com UV**  
**Fonte: Autoria própria**

EMBALAGENS DE PEAD QUE FICARAM RESERVADAS E NÃO PASSARAM PELO PROCESSO DE RADIAÇÃO SOLAR (UV).

Passo 1: Ensaio para testar zona diagonal de costura do molde (solda do fundo):

Posiciona-se a embalagem na posição diagonal onde a zona de costura (solda) do molde, possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a costura do molde da embalagem na zona do fundo. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de costura. Conforme ilustrado (figura 29);

**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

- Teste 1: Realizado com embalagens certificadas pelo INMETRO, que ficaram preservadas e não tiveram contato com os Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a costura diagonal do fundo do molde da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizada para combustíveis;
- Análise dos resultados pós queda.



**Figura 29: Ensaio referente à costura diagonal do fundo do molde sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Passo 2: Ensaio para testar zonas de costura da base lateral do molde (solda do lateral):

Posiciona-se a embalagem na posição lateral onde a zona de costura (solda) do molde, possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a costura da embalagem na zona da base. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de costura. Conforme ilustrado (figura 30):

**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

- Teste 2: Realizado com embalagens certificadas pelo INMETRO, que ficaram preservadas e não tiveram contato com os Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a costura lateral do molde da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizada para combustíveis;
- Analise dos resultados pós queda.



**Figura 30: Ensaio referente à costura lateral do molde da embalagem sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Passo 3: Ensaio para testar zonas de vedação rosca e tampa (rosca e tampa):

Posiciona-se a embalagem na posição de ponta cabeça onde a zona de vedação (rosca, tampa e alça) possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a vedação a rosca e a tampa, verificando se a embalagem permanece mantendo a estanqueidade pós-teste. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de estanqueidade. Conforme ilustrado (figura 31):

**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

- Teste 3: Realizado com embalagens certificadas pelo INMETRO, que ficaram preservadas e não tiveram contato com os Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a tampa, rosca e costura da alça da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizada para combustíveis;
- Análise dos resultados pós queda.



**Figura 31: Ensaio referente a tampa, rosca e costura da alça da embalagem sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Passo 4: Ensaio para testar zona diagonal de costura do molde (solda do fundo):

Posiciona-se a embalagem na posição diagonal onde a zona de costura (solda) do molde, possa estar posicionada de maneira tal que ao ser liberada pelo dispositivo possa atingir o piso rígido na mesma posição inicial. Desta forma avalia-se a costura do molde da embalagem na zona do fundo. Testa-se com o impacto se houve algum tipo de fadiga, rachaduras ou trinca nas zonas de costura. Conforme ilustrado (figura 32):

**Teste Crash realizado conforme procedimento da Resolução ANTT 420/2004 e Procedimento adotados pelo laboratório internacional HSE**

- Teste 3: Realizado com embalagens certificadas pelo INMETRO, que ficaram preservadas e não tiveram contato com os Raios Ultra Violeta (UV);
- Altura de 1,20m;
- Teste referente a costura diagonal do fundo do molde da embalagem;
- Embalagem de PEAD utilizada para produtos de limpeza;
- Análise dos resultados pós queda.



**Figura 32: Ensaio referente a costura diagonal do fundo do molde, embalagem sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

### 3.5 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE DAS EMBALAGENS PORTÁTEIS

Para o teste de estanqueidade é necessário aplicar uma determinada pressão interna na embalagem. Esta pressão foi substituída pela força mecânica manual, que tem como função simular a mesma pressão exercida pelo processo do testador de estanqueidade industrial. Que utiliza pressão interna através de fontes artificiais que é aplicada na embalagem para simular vazamentos. Neste caso por não ter o equipamento de teste foi adicionado corante vermelho ao líquido nominal a capacidade da embalagem, depositado dentro das embalagens para indicar se a embalagem em teste apresenta vazamentos nas costuras do molde, tampa ou na rosca da tampa.

Materiais para aplicação do teste:

- Embalagem (galão de 5 litros);
- Mistura de água mais corante vermelho;
- Prensa hidráulica ou equipamento similar que exerça a aplicação

da força para a execução do teste.

Nota: Nesse estudo de caso foi utilizada a força mecânica exercida pelas mãos.

### 3.6 PASSO A PASSO PARA O ENSAIO DE ESTANQUEIDADE (VEDAÇÃO DA EMBALAGEM)

Passo 1: Ensaio para testar estanqueidade das embalagens portáteis (tampa e bocal):

Encher o conteúdo da embalagem até o volume nominal da embalagem menos 2% do volume total, com uma solução concentrada de água + corante vermelho.

Passo 2: Aplicar força mecânica pressionando as paredes do galão de fora para dentro, assim com a aplicação desta força, se o galão apresentar vazamento o líquido será expelido para fora da embalagem através das costuras do molde ou pela tampa (figura 33).



**Figura 33: Ensaio manual de estanqueidade dos galões para combustíveis**  
Fonte: Aatoria própria

### 3.7 EXECUÇÃO DO ENSAIO DE ESTANQUEIDADE

TESTE DE ESTANQUEIDADE COM EMBALAGENS QUE PASSARAM PELO PROCESSO DE UV (ULTRAVIOLETA).

As quatro primeiras embalagens que foram realizadas os ensaios, são embalagens que passaram pelo processo de radiação solar UV, expostas ao tempo por um período de 120 dias.

Nota: critério de aprovação: não deve haver vazamento.

Teste 1: Embalagem nº 1 passou pelo processo de Radiação solar UV (figura 34).



**Figura 34: 1º Ensaio de estanqueidade com embalagens expostas ao UV**  
Fonte: Autoria própria

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, esta embalagem reprovou por apresentar vazamento na tampa e rosca.

Teste 2: Embalagem nº 2 passou pelo processo de Radiação solar UV (figura 35).



**Figura 35: 2º Ensaio de estanqueidade com embalagens expostas ao UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, esta embalagem reprovou por apresentar vazamento na tampa e rosca.



Teste 3: Embalagem nº 3 passou pelo processo de Radiação solar UV  
(figura 36)



**Figura 36: 3º Ensaio de estanqueidade com embalagens expostas ao UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, esta embalagem reprovou por apresentar vazamento na tampa e rosca.

Teste 4: Embalagem nº 4 passou pelo processo de Radiação solar UV (figura 37).



**Figura 37: 4º Ensaio de estanqueidade com embalagens exposta ao UV  
Fonte: Autoria própria**

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, esta embalagem foi aprovada por não apresentar vazamento na tampa e rosca e na costura do molde.

ENSAIO DE ESTANQUEIDADE COM EMBALAGENS QUE NÃO PASSARAM PELO PROCESSO DE RADIAÇÃO SOLAR UV (ULTRA VIOLETA)

As próximas quatro embalagens a seguir que foram realizadas os testes de estanqueidade, são embalagens que não passaram pelo processo de radiação solar UV, não foram expostas ao tempo por um período de 120 dias. Elas foram preservadas em abrigo seco e longe do contato com a radiação solar (UV).

Nota: critério de aprovação: não deve haver vazamento.

Teste 1: Esta embalagem de nº 1 não passou pelo processo de Radiação Solar (UV) a descrição EP é referente á (Embalagem Protegida). (Figura 38)



**Figura 38: 1º Ensaio de estanqueidade com embalagens protegidas sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, esta embalagem reprovou por apresentar vazamento na tampa e rosca.

Teste 2: Esta embalagem de nº 2 não passou pelo processo de Radiação Solar (UV) a descrição EP é referente á (Embalagem Protegida) (figura 39).



**Figura 39: 2º Ensaio de estanqueidade com embalagens protegidas sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, está embalagem foi aprovada por não apresentar vazamento na tampa e rosca e na costura do molde.

Teste 3: Esta embalagem de nº 3 não passou pelo processo de Radiação Solar (UV) a descrição EP é referente á (Embalagem Protegida) (Figura 40) .



**Figura 40: 3º Ensaio de estanqueidade com embalagens protegidas sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, esta embalagem reprovou por apresentar vazamento na tampa e rosca.

Teste 4: Esta embalagem de nº 4 não passou pelo processo de Radiação Solar (UV) a descrição EP é referente á (Embalagem Protegida) (Figura 41).



**Figura 41: 4º Ensaio de estanqueidade com embalagens sem UV**  
**Fonte: Autoria própria**

Resultado: De acordo com o critério de aprovação, esta embalagem foi aprovada por não apresentar vazamento na tampa e rosca e na costura do molde.

## 4 RESULTADOS

O presente trabalho tem como função, alertar sobre a gravidade dos riscos que os usuários estão expostos, através da utilização inadequada das embalagens portáteis de transporte de combustível. Embalagem que é destinado exclusivamente para uso emergencial, provocado por situações de imprevisto ocorrente da falta de combustível (pane seca). E ainda de acordo com o Código Brasileiro de Transito (CBT), a pessoa que ficar sem combustível em ruas, avenidas e rodovias pode ser penalizado com multa, e apreensão do veículo de acordo com Artigo 27 do CBT.

### 4.1 RESULTADO DOS ENSAIOS DE QUEDA

Para analisar os resultados do teste de queda, foram adotadas inspeções visuais, onde se verificaram os lados das embalagens que receberam os impactos das quedas. Mediante a análise visual foi possível avaliar o comportamento das embalagens em relação á resistência do material, vedação da embalagem, proteção do líquido armazenado e proteção ao usuário.

A figura 42 demonstra os resultados obtidos após realizar as análises das embalagens do teste de queda, que passaram pelo processo de radiação solar (UV), os itens avaliados no teste de queda são:

- Resistência do material;
- Vedação da embalagem,
- Proteção do líquido armazenado;
- Proteção ao usuário.

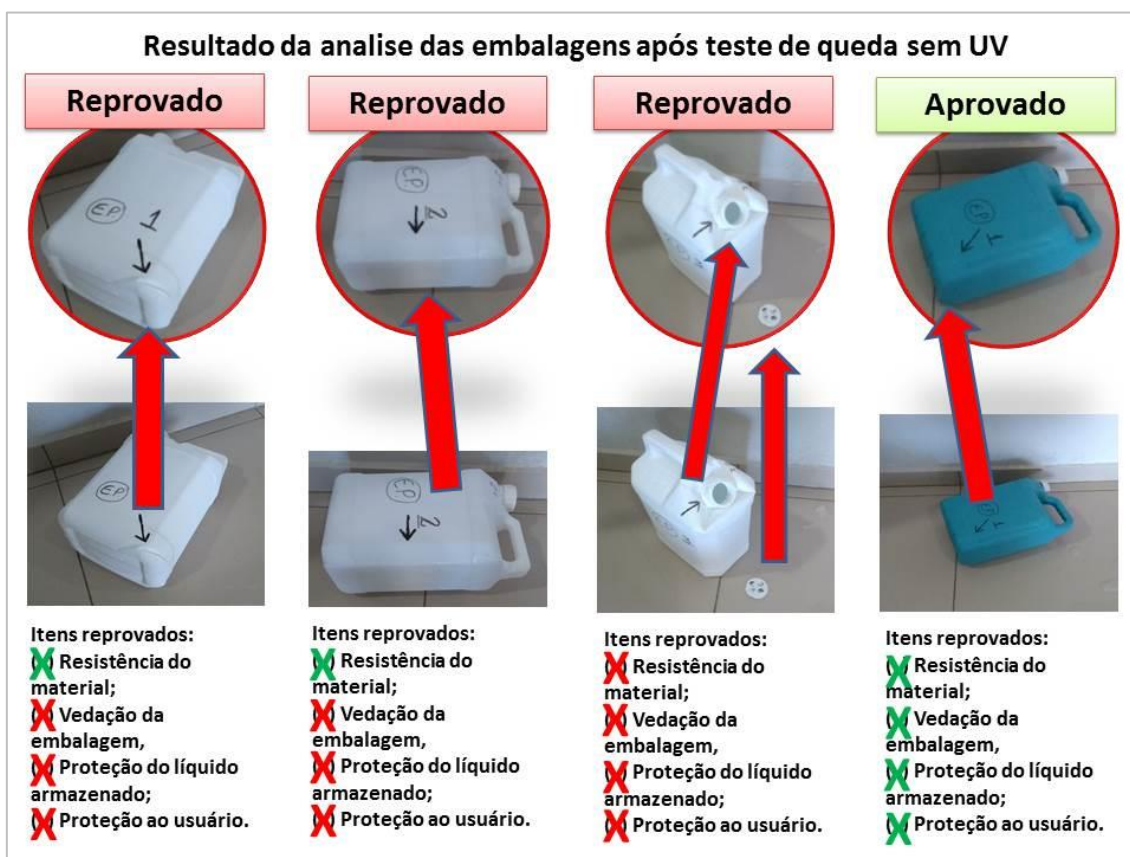
Resultado do teste de queda das embalagens com processo de radiação solar UV:



**Figura 42: Resultados da análises das embalagens após testes de queda com UV**  
 Fonte: Autoria própria



(Figura 43): Resultado do teste de queda das embalagens que não passaram pelo processo de radiação solar UV:



**Figura 43: Resultados das análises das embalagens após teste de queda sem UV**  
 Fonte: Autoria própria

## 4.2 RESULTADO DOS ENSAIOS DE ESTANQUEIDADE

Para analisar os resultados do teste de estanqueidade, foram adotadas inspeções visuais, onde se verificaram as vedações da tampa, rosca da tampa e costuras do molde. Mediante a análise visual foi possível avaliar o comportamento das embalagens em relação a vedação da embalagem, proteção do líquido armazenado e proteção ao usuário.

A figura 44 demonstra os resultados obtidos após realizar as análises das embalagens do teste de queda, que passaram pelo processo de radiação solar (UV), os itens avaliados no teste de queda são:

- Vedação da embalagem,

- Proteção do líquido armazenado;
- Proteção ao usuário.

Resultado do teste de Estanqueidade das embalagens com processo de radiação solar UV:

**Resultado da análise das embalagens após teste de estanqueidade com UV**

Reprovado	Reprovado	Reprovado	Aprovado
			
<p>Itens reprovados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><del>X</del> Vedação da embalagem,</li> <li><del>X</del> Proteção do líquido armazenado;</li> <li><del>X</del> Proteção ao usuário.</li> </ul>	<p>Itens reprovados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><del>X</del> Vedação da embalagem,</li> <li><del>X</del> Proteção do líquido armazenado;</li> <li><del>X</del> Proteção ao usuário.</li> </ul>	<p>Itens reprovados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><del>X</del> Vedação da embalagem,</li> <li><del>X</del> Proteção do líquido armazenado;</li> <li><del>X</del> Proteção ao usuário.</li> </ul>	<p>Itens reprovados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><del>X</del> Vedação da embalagem,</li> <li><del>X</del> Proteção do líquido armazenado;</li> <li><del>X</del> Proteção ao usuário.</li> </ul>

Figura 44: Resultados da análises das embalagens após teste de estanqueidade com UV  
Fonte: Autoria própria

A Figura 45 representa o teste de queda das embalagens que não passaram pelo processo de radiação solar UV:



**Figura 45: Resultados da análises das embalagens após teste de queda sem UV**  
 Fonte: Autoria própria

Nota: Os resultados obtidos com a aplicação do teste de queda nas embalagens de PEAD devidamente certificadas, não deram resultados positivos que satisfaçam os quesitos mínimos de segurança para o qual a embalagem foi desenvolvida. Todas as embalagens apresentaram problemas nos quesitos analisados.

Nota: Nos testes de estanqueidade as embalagens de PEAD devidamente certificadas, também se mostraram frágeis, e sem condições de uso para o destino ao qual foi desenvolvida. Também praticamente todas as embalagens testadas apresentaram fragilidade na vedação da tampa, todas apresentaram vazamentos. Este item seria o de maior relevância nos quesitos de segurança, pois os combustíveis geram vapores e as embalagens não apresentaram condições de retê-los.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo proposto foi baseado na Resolução da ANTT 420/2004, que tem como base instruções complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. A mesma foi utilizada neste trabalho para parâmetros na aplicação de testes de queda e estanqueidade, testes exigidos para as embalagens portáteis para o transporte de combustíveis. As referidas embalagens são devidamente certificados conforme legislação vigente em nosso país por um Órgão certificador e se encontra disponível para compra em postos de combustíveis, lojas especializadas e internet. Os resultados esperados não foram satisfatórios, e não satisfazem os quesitos mínimos de segurança exigidos para o qual a embalagem foi desenvolvida e é destinada. As embalagens analisadas reprovaram em todos os quesitos analisados tanto no teste de queda quanto no teste de estanqueidade. Os parâmetros de segurança analisados foram: Resistência do material; Vedação da tampa da embalagem, Proteção do líquido armazenado; Proteção ao usuário. As embalagens que passaram pelo processo de Radiação Solar (UV) se mostraram ainda mais frágeis, mas as que não foram expostas a Radiação Solar também obteve baixo desempenho, todas apresentaram problemas nos quesitos analisados.

Diante dos resultados que foram coletados com os dois testes, de queda e de estanqueidade, podemos afirmar que as embalagens não são seguras e não são apropriadas para serem usadas para o transporte de combustíveis em qualquer quantidade.

## 6 PROPOSTA DE MELHORIA

A imagem da esquerda representa embalagens certificadas e homologadas para o transporte de líquidos inflamáveis no Brasil, e a imagem do lado direito representa as embalagens certificadas e homologadas para o transporte de líquidos inflamáveis nos USA, conforme (figura 46).



**Figura 46: Embalagens certificadas para transporte de combustíveis no Brasil e USA**  
Fonte: <https://www.elo7.com.br>

Nota: De acordo com a ANTT (2004) para que o transporte de produtos perigosos seja feito com segurança, adotou-se em diversos países, uma sistemática para universalizar os procedimentos internacionais deste seguimento de transporte. Através da relação de produtos perigosos, a ONU introduziu uma codificação numérica, em algarismos arábicos a fim de:

- Universalizar a codificação destes produtos;
- Facilitar seu reconhecimento;
- Comunicar o conteúdo das embalagens para povos com idiomas diferentes.

**AS EMBALAGENS NO BRASIL NÃO ATENDEM A ESTAS EXIGÊNCIAS.**

## 7 REFERÊNCIAS

ABIPLAST: **APLICAÇÕES DOS PRINCIPAIS TIPOS DE MATERIAIS PLÁSTICOS**. São Paulo: Copyright, 2016. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/links/links2014/materiais\\_plasticos\\_para\\_site\\_vf\\_2.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/links/links2014/materiais_plasticos_para_site_vf_2.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2017.

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **RESOLUÇÃO N° 1644/06**: Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Rio de Janeiro: Copyright, 2006. 49 p. Disponível em: <[http://www.produtosperigosos.com.br/sites/arquivos/downloads/republicacao\\_res1644\\_291206.pdf](http://www.produtosperigosos.com.br/sites/arquivos/downloads/republicacao_res1644_291206.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2017.

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **ANTT 3762**: Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. 4 ed. Rio de Janeiro: Copyright, 2012. 4 p.

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **ANTT 420**: Regulamentos para o Transporte Rodoviário e Ferroviário de Produtos Perigosos. 2 ed. Rio de Janeiro: Copyright, 2004. 744 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15594-1:2008**: Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis. 1 ed. Rio de Janeiro: Copyright, 2008. 16 p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/noticias/4453-armazenamento-de-liquidos-inflamaveis-e-combustiveis-posto-revendedor-de-combustivel-veicular-servicos-parte-1-procedimento-de-operacao>>. Acesso em: 08 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7505-1**: Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis. 1 ed. Rio de Janeiro: Copyright, 2000. 16 p

COSTA, A. M. **Identificação dos Riscos Envolvendo o Transporte de Produtos Perigosos na BR 153/060**. Goiás, 2004.

Coutinho, F. M. B.; MELLO, I.L.; DE SANTA MARIA, L.C. **Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações. Polímeros: Ciências e Tecnologia**. V. 13, 1, p. 1-13, 2003.

CLT. **Acidente de Trabalho CLT**. 2013. Disponível em: <<http://www.dgrh.unicamp.br/produtos-e-servicos/acidente-trabalho-clt>>. Acesso em: 08 out. 2017.

CRUZ, S.A.; FARAH, M.; ZANIN, M. & BRETAS, R.E.S. Avaliação das propriedades reológicas de blendas de PEAD virgem/PEAD reciclado. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, Associação Brasileira de Polímeros, v. 18, n. 2, 2008, pg. 144-151.

ESTEVEES, Heloisa Borges B.; BICALHO, Lúcia N. ASPECTOS TÉCNICO-ECONÔMICOS DA LOGÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL. In: RIO OIL & GAS, 172608., 2008, Rio de Janeiro. **Aspectos Técnico-Econômicos Da Logística Da Distribuição De Combustíveis No Brasil**. Rio de Janeiro: Copyright, 2008. p. 1 - 7.

BRASIL POSTOS. **ABNT NBR 15594-1:2008 Procedimentos de Operação em Postos de Combustíveis (Transcrição Parcial)** Disponível em: <https://www.brasilpostos.com.br/artigos/normas-da-abnt/norma-abnt15594-1/> Acesso em: 26 set. 2017.

DE PAOLI, M. A. **Degradação e Estabilização de Polímeros**. Disponível em: <http://www.chemkeys.com/blog/wp-content/uploads/2008/09/polimeros.pdf> . Acesso em: 15 set. 2017.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila, disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>, acessado em: 13 maio 2017.

FERREIRA, Leandro Silveira; PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Segurança do Trabalho I**. Santa Maria - RS: Biblioteca Central UFSM, 2012. 158 p.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. disponível em: [https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\\_resource/content/1/como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf), acesso em: 18 maio 2017.

HADDAD, E.; SERPA, R.; ARIAS, R. **Identificação e classificação de produtos perigosos: classificação de risco da ONU**, painel de segurança e rótulos de riscos. 2013. Disponível em: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/CargasPerigosas/38918548.html>. Acesso em: 01 out. 2017;

CNT: **Pesquisa CNT de Rodovias 2009**. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Downloads/Edicoes//2009/Relat%C3%B3rio%20Gerencial/Relat%C3%B3rio%20Gerencial%202009.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

CRQ: **Transporte de Produtos perigosos** São Paulo, 28 Set. 2012. Disponível em: [http://www.crq4.org.br/quimicaviva\\_produtos\\_perigosos](http://www.crq4.org.br/quimicaviva_produtos_perigosos) Acesso em: 05 out. 2017.

HSE: **Portable Petrol Storage Containers**. Ukraine: Crown Copyright, out. 2014. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr1015.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017

HSE: **Assessment of the Safety Features of Adapted Plastic Fuel Container Spouts**. Ukraine: Crown Copyright, v. 1, 2014. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr1015.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017.

IBGE: **Rodovias predominam no transporte de cargas, diz pesquisa do IBGE**. São Paulo, 25 nov. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2014/11/rodovias-predominam-no-transporte-de-cargas-diz-pesquisa-do-ibge.html>>. Acesso em: 08 out. 2017.

Jornal Umuarama 24h. **Homem é preso por transporte irregular de combustível**. Disponível em: <http://umuarama24horas.com.br/ExibeNoticia?id=6367&item=Homem-e-presopor-transporte-irregular-de-combustivel>. Acesso em: 27 jun. 2017.

Jornal Agora Mato Grosso, **Postos de Combustíveis Desobedecem A Normatização e Vendem Combustível em Garrafa Pet**. Disponível em: <https://www.agoramt.com.br/2014/03/postos-de-combustiveis-contrariam-normatiza-e-abastecem-em-garrafas-pet/>. Acesso em: 28 jun. 2017

Jornal Notícias do Dia. **Veículo sem Tanque de Combustível é Flagrado com galões Improvisados no Interior do Carro na BR 280**. Disponível em: <https://ndonline.com.br/florianopolis/noticias/veiculo-sem-tanque-de-combustivel-e-flagrado-com-galoes-improvisados-no-interior-do-carro-na-br280>. Acesso em: 28 jun. 2017.

LIMA, D. O.; COSTA JÚNIOR, F. A.; NETO, N. B. **Análise de exposição a riscos dos frentistas em postos revendedores de combustíveis na cidade de Salvador**. 99 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

MENDES, A.A.; CUNHA, A.M. & BERNARDO, C.A. **Study of degradation mechanisms of polyethylene during reprocessing**. Polymer Degradation and Stability, n. 96, 2011, pg. 1125-1133.

MONTAGNA; SANTANA - **Influência da Radiação Solar na Degradação do Polipropileno**, Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012.  
MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 20: SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO COM INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS**. 308 ed. Brasília, 2012. 20 p

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 20: SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO COM INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS**. 308 ed. Brasília, 2012. 20 p.

MEZOMO, João Catarin. **Segurança e higiene no trabalho**. São Paulo: Sociedade beneficente São Camilo, 1991.



NAKASATO I, Y. **“Polímeros de Alto Desempenho para Aplicação em Condições Agressivas”**. Escola Politécnica de São Paulo; São Paulo; 2012.

**REVISTA EMERGÊNCIA: Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis**. Novo Hamburgo - RS: Globo, mar. 2016.

RIBEIRO, Antônio de Lima. **Gestão de Pessoas**. São Paulo: Saraiva. 2005.

**REVISTA POLÍMEROS: Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações**. Rio de Janeiro: Copyright, v. 13, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.revistapolimeros.org.br/files/v13n1/v13n1a01.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2017.

RIELLI, G. **Análise preliminar de risco em postos revendedores de combustíveis da cidade de Curitiba**. 2007. 75 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

SILVA, R. L.; BEMFICA, G. C. Segurança do Trabalho na Construção Civil: Uma Revisão Bibliográfica. 2014. **Revista Pensar Engenharia**, v. 1, n. 1, jan. 2015.

**TST. O que é acidente de trabalho?**. 2017. Disponível em: <<http://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/o-que-e-acidente-de-trabalho>>. Acesso em: 08 out. 2017.

VENDRAME ANTONIO CARLOS F.: **Incêndio Envolvendo Inflamáveis**. 2016. Revista incêndio. Disponível em: <http://revistaincendio.com.br/artigo-incendios-envolvendo-inflamaveis/>. Acesso em: 13 out. 2017.

VITALPLAS: **Bombonas de PEAD**. Disponível em: <http://www.vitaplas.com.br/bombona-pead>. Acesso em: 26 set. 2017.