



SEGURANÇA DOS BRINQUEDOS PRODUZIDOS EM IMPRESSORAS 3D SAFETY OF 3D PRINTED TOYS

Jeferson de Freitas Pereira¹

Clodoaldo Lazareti²

RESUMO

Através da interação com brinquedos, as crianças desenvolvem sua imaginação, a coordenação motora, seus sentidos e instintos sendo que o brinquedo desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da criança. É essencial garantir que os brinquedos são seguros e preservam a saúde e a integridade física das crianças enquanto estão brincando. O objetivo foi analisar um brinquedo construído em impressora tridimensional e verificar se este atende aos requisitos da norma local, uma vez que esta tecnologia vem se mostrando promissora e já há vários modelos de brinquedos e outros produtos disponíveis na internet. O brinquedo foi selecionado em website aberto e construído em impressora 3D. Foi realizada a análise de riscos e ensaios mecânicos de acordo com a norma local, em laboratório credenciado. Na análise de riscos, verificou-se que o modelo apresenta riscos elevados referentes a partes pequenas geradas durante os ensaios. Nos ensaios em laboratório, constatou-se que o brinquedo não atende aos requisitos da norma local, pois o mesmo quebrou e gerou pontas agudas que podem causar cortes e lacerações na pele da criança. Conclui-se que, a ausência de regulamentações para os modelos de brinquedos disponíveis na internet apresenta um elevado risco para as crianças, pois estes não são construídos por profissionais capacitados para avaliar os riscos potenciais.

¹Pós-graduando em Materiais Poliméricos na Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato. E-mail: jeferson_1903@yahoo.com.br

²Docente e MSc. em Materiais da Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato. E-mail: clodoaldo.lazareti@sp.senai.br



ABSTRACT

Through interaction with toys, children develop their imagination, motor coordination, their senses and instincts and the toy plays a key role in the child's development. It is essential to ensure that toys are safe and preserve the health and physical integrity of children while playing. The objective was to analyze a toy built in a three-dimensional printer and to verify if it meets the requirements of the normal place, since this technology has been promising and there are already several models of toys and other products available on the internet. The toy was selected on an open website and built on a 3D printer. Risk analysis and mechanical tests were performed according to the local standard in an accredited laboratory. In the risk analysis, it was found that the model presents high risks for small parts generated during the tests. In laboratory tests, it was found that the toy does not meet the requirements of the local standard, because it broke and generated sharp tips that can cause cuts and lacerations in the child's skin. It is concluded that the absence of regulations for toy models available on the Internet presents a high risk for children as they are not built by professionals able to assess the potential risks.

1 INTRODUÇÃO

Os modelos de brinquedos 3D disponíveis na internet, para produção residencial ou em pequenas oficinas, podem apresentar riscos para as crianças e os usuários dos equipamentos visto que são construídos sem a compulsoriedade do atendimento às normas. Modelos são projetados sem as devidas análises de riscos, que atualmente são realizadas pelos fabricantes de brinquedos, e os usuários não são advertidos sobre os riscos presentes no brinquedo. Fabricantes, governantes e associações não governamentais buscam esforços para mitigar os riscos as crianças no desenvolvimento e produção de brinquedos. O questionamento recai em como garantir que brinquedos obtidos por impressoras 3D residenciais não aumentarão este risco? Uma hipótese foi avaliar a segurança para os usuários de alguns destes modelos disponíveis na internet através da análise de modelos tridimensionais de brinquedos disponíveis e realizar testes físicos e mecânicos de acordo com a regulamentação brasileira para certificação de brinquedos uma vez que o brinquedo convencional regulamentado é projetado, avaliado, validado e testado conforme regulamentação.

O objetivo deste trabalho foi analisar estes modelos tridimensionais de brinquedos disponíveis e realizar testes físicos e mecânicos de acordo com a regulamentação brasileira para certificação de brinquedos.

A relevância foi analisar os riscos dos modelos 3D e a segurança destes brinquedos para as crianças. A metodologia consistiu em buscas na internet onde foi selecionado um modelo de brinquedo a ser produzido em impressora 3D. Após a seleção, foi realizada a análise de riscos a fim de identificar os potenciais riscos do brinquedo.



2 DESENVOLVIMENTO

2. 1 Revisão de literatura

Winkler (2016) realizou um estudo para identificar os potenciais riscos em brinquedos disponíveis para venda na internet baseado em dados de *recalls*. Para o estudo, WINKLER utilizou uma ferramenta de pesquisa chamada *text-mining* onde, através de palavras encontradas nos avisos de *recalls*, foi verificado quais produtos à venda possuíam os mesmos riscos. Winkler (2016) concluiu que a ferramenta é um método eficaz para a verificação de riscos em brinquedos associados a características físicas e mecânicas principalmente e, poderia ser uma forma de prevenir que os riscos já conhecidos.

Hora (2011) realizou uma pesquisa para identificar os fatores que impactam no tempo para o anúncio do *recall* e resposta dos consumidores. Os *recalls* de produtos devido a riscos de segurança acarretam custos sociais, como danos a propriedade, lesões e até mortes. Para as empresas, os custos relacionados a recalls são muitos, incluindo custos da recolha dos produtos, fornece uma alternativa para o consumidor, cumprimento da responsabilidade legal e reparação de danos à reputação da empresa. Os resultados empíricos indicam que o tempo, medido pela diferença entre a data do anúncio do recall e a data do primeiro produto vendido, está associado a estratégia do *recall* (preventiva ou reativa) adotada pela empresa, tipo de defeito do produto (defeito de fabricação ou falha no projeto) e a entidade da cadeia de fornecimento que emite o *recall* (empresa de brinquedo, distribuidor ou varejista).

Já com relação aos riscos associados aos brinquedos, a TIA (*Toy Industry Association*) e representantes da indústria de brinquedos mostraram-se dedicados a garantir padrões de segurança em brinquedos. Como novos produtos e riscos surgem ao longo do tempo, os requisitos de segurança em brinquedos são continuamente revistos e aprimorados. Estes requisitos levam em consideração vários aspectos como pesquisas sobre o desenvolvimento infantil, testes de segurança dinâmicos e análise de risco dos produtos (UL, 2017).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), órgão não governamental que recebe apoio financeiro do Governo Federal, é o responsável pela elaboração de normas voluntárias. A ABNT representa o Brasil na Organização Internacional para Normalização (ISO) e a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) e nos foros regionais de normalização.

O Comitê Brasileiro de Brinquedos – ABNT/CB 198 é responsável pela coordenação, planejamento e execução de normalização técnica relacionada aos brinquedos e é composto por representantes da indústria de brinquedos, laboratórios e Organismos de Certificação de Produtos (OCP) acreditados pelo Inmetro para teste e certificação de brinquedos (Inmetro, 201-?).

Os padrões de segurança de brinquedos mais conhecidos e amplamente aplicados incluem ASTM F963 - Consumer Safety Specification for Toy Safety (EUA), EN 71 - Safety of Toys (União Europeia) e ISO 8124 - Safety of Toys (internacional).

Como consequência da publicação das normas EN 71:1994 e ISO 8124:1997, no Brasil foi publicada a norma ABNT 11786, em 1998, sob forte influência das mesmas. Como a normalização de brinquedos estava atingindo padrões internacionais, o bloco Mercosul também decidiu normalizar os requisitos de segurança de brinquedos. Sendo assim, a norma brasileira ABNT 11786 foi harmonizada com os demais Estados, e então foi publicada a norma



NM 300, em 2002, revisada em 2004 e posteriormente em 2011. Esta norma está dividida em 6 partes (ABNT, 2011):

- ABNT NBR NM 300 – Parte 1: Propriedades Gerais, Mecânicas e Físicas;
- ABNT NBR NM 300 – Parte 2: Inflamabilidade;
- ABNT NBR NM 300 – Parte 3: Migração de Certos Elementos;
- ABNT NBR NM 300 – Parte 4: Jogos de Experimentos Químicos e Atividades Relacionadas;
- ABNT NBR NM 300 – Parte 5: Jogos Químicos Distintos de Jogos de Experimentos;
- ABNT NBR NM 300 – Parte 6: Segurança de Brinquedos Elétricos.

No que tange aspectos de riscos físicos e mecânicos para as crianças, características tais como furos, folgas e aberturas acessíveis geram o risco de aprisionamento do corpo ou membros das crianças. O aprisionamento ou estrangulamento não está limitado a aberturas em materiais rígidos, também pode ocorrer com cordas ou redes. Recomenda-se conforme ISO GUIDE 50 (2014):

- evitar furos, folgas e aberturas acessíveis e, especificar as aberturas considerando as dimensões das sondas de dedo, cabeça e torso evitar projeções desnecessárias em brinquedos;
- garantir que as projeções possuam extremidades arredondadas e que sobressaiam o mínimo possível da superfície do brinquedo;
- evitar, proteger ou curvar bordas para reduzir o risco de lacerações;
- restringir o acesso de crianças menores a objetos pontudos como canetas, lapiseira e agulhas de tricô;
- ensinar as crianças a manipularem objetos cortantes quando eles estão aptos a fazê-lo, com supervisão próxima de um responsável. E sempre que possível, usar objetos que reduzem a possibilidade de acidentes, como por exemplo, tesouras sem pontas;
- desenvolver produtos com fatores de segurança adequados para minimizar a probabilidade de colapso ou quebra se utilizado de maneira insegura, reconhecendo que o usuário pode ser maior ou mais pesado que a indicação do fabricante;
- desenvolver produtos que, em caso de falhas, não gere riscos ao usuário;
- desenvolver produtos que se montado de forma incompleta ou incorreta, incluindo os mecanismos de segurança, não possa ser utilizado;
- reduzindo a probabilidade de a criança escalar, através do *design* do produto, ou incorporando barreiras às crianças;
- utilizando estruturas de tal tamanho que as crianças possam alcançar e não gerem risco de queda.



**2º SIMPÓSIO DE
INFORMAÇÃO E
CONHECIMENTO**
FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP

SENAI
SÃO PAULO

- limitar o tamanho dos materiais para evitar que seja possível a criança cubra o nariz e a boca;
- prover meios de respiração através de aberturas de ventilação;
- usar materiais menos flexíveis.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

No *website* é o <https://www.thingiverse.com> (THINGIVERSE, 2018) foi selecionado o brinquedo (Figura 1) para análise de riscos e testes em laboratório acreditado para verificar o atendimento a norma para Segurança de Brinquedos ANBT NBR NM-300-1: 2011.

Figura 1: Brinquedo de montar com parafusos e roscas



Fonte: Thingiverse (2018)

O brinquedo selecionado foi construído no laboratório de prototipagem 3D da Escola SENAI Mario Amato, em impressora 3D modelo Fortus 400mc da fabricante Stratasys, em escala 1:1, mostrado na Figura 2. O material utilizado para a construção foi ABS-M30, fornecedor Stratasys.



**2º SIMPÓSIO DE
INFORMAÇÃO E
CONHECIMENTO**
FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP

SENAI
SÃO PAULO

Figura 2: Brinquedo de montar com parafusos e roscas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A análise de riscos foi aplicada para verificar os potenciais riscos dos produtos conforme Comissão Europeia de Segurança de Produtos de Consumo Não Alimentares (RAPEX, 2017). Foi utilizada a avaliação do *design* conforme Portaria nº 563 de 2016 (Inmetro, 2016) para determinação dos ensaios mecânicos sendo estes realizados no laboratório Intertek do Brasil Laboratórios Ltda. O brinquedo foi condicionado à temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 4 horas e requisitos de ensaios de queda, torção e tração conforme seção 5.25.2, 5.25.5 e 5.25.6 respectivamente da Norma NM 300-1:2011 (ABNT NBR NM 300-1: 2011). O ensaio de queda é mostrado na Figura 3:

Figura 3: Ensaio de queda



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)



Foram realizados ensaios de torção mostrados na Figura 4 e ensaio de tração mostrado na Figura 5 em todos os componentes do brinquedo e, realizado ensaio de pontas agudas no corpo quebrado do brinquedo após ensaio de queda mostrado na Figura 6.

Figura 4: Ensaio de torção



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Figura 5: Ensaio de tração



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)



Figura 6: Ensaio de pontas agudas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante os ensaios de torção e tração, o brinquedo suportou os esforços estabelecidos em Norma. As Figuras 7 e 8 mostram o brinquedo fraturado após o ensaio de queda e parte quebrada analisada no ensaio de pontas agudas respectivamente. Observa-se na Figura 8 a existência de pontas agudas em partes do brinquedo fraturado e submetido ao ensaio.

Figuras 7: Fratura no brinquedo e pontas agudas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)



Figura 8: Fratura no brinquedo e pontas agudas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O Quadro 1 mostra a análise dos resultados conforme Norma NM 300-1:2011 abordando itens de pertinência compatível com o brinquedo estudado sendo estes de 4.1 a 4.7, 4.13, 5.25.5, 5.25.6 e 5.9. Demais itens com pouca permeabilidade a brinquedo analisado não contemplam a tabela.

Quadro 1 – Análise de atendimento conforme Norma NM 300-1:2011

Itens	Descrição do(s) ensaio(s)	Resultados
4.1	Uso normal	Atende
4.2	Abuso razoavelmente previsível	Atende
4.3	Material	Atende
4.4	Partes pequenas	Não Atende
4.5	Formato, tamanho e comprimento de determinados brinquedos	Não aplica
4.6	Ensaio de bordas cortantes	Atende
4.7 e 5.9	Ensaio de pontas agudas	Não atende
4.13	Furos, folgas e acessibilidade de mecanismos	Atende
5.25.5	Ensaio de torção	Atende
5.25.6	Ensaio de tração	Atende

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Rapex (2009)

O Quadro 2 mostra a análise de risco abordando a situação de risco, o tipo de risco, a severidade a qual o mesmo se enquadra, a probabilidade de ocorrência, a probabilidade geral e o nível de risco. Foi observado risco elevado no que tange os aspectos de partes pequenas e quebra durante o uso.



Quadro 2 – Análise de risco

Situação de risco	Tipo de risco	Severidade	Probabilidade de ocorrência		Probabilidade e geral	Nível de risco
Brinquedo construído em escala reduzida e partes pequenas são ingeridas pela criança	Parte pequena pode ficar presa na laringe e bloquear as vias aéreas	4	Construir brinquedo em escala reduzida (partes pequenas)	1/50	1/2500	Risco elevado
			Criança engolir uma parte pequena	1/50	>1/10000	
Brinquedo quebra durante o uso, gera partes pequenas que podem ser ingeridas pela criança	Parte pequena pode ficar presa na laringe e bloquear as vias aéreas	4	Brinquedo quebrar durante uso e gerar parte pequena	1/100	1/5000	Risco elevado
			Criança engolir uma parte pequena	1/50	>1/10000	
Brinquedo quebra durante o uso, gera bordas cortantes que podem ferir a criança	Borda cortante pode causar corte e lacerações na pele da criança	1	Brinquedo quebrar durante uso e gerar borda cortante	1/100	>1/10000	Baixo risco
			Criança cortar a pele na borda cortante	1/100		
Brinquedo quebra durante o uso, gera pontas agudas que podem ferir a criança	Ponta aguda pode causar perfurações na pele	1	Brinquedo quebrar durante o uso e gerar ponta aguda	1/100	>1/10000	Baixo risco
			Criança perfurar a pele na ponta aguda	1/100		
Brinquedo construído com material que contém elementos tóxicos em concentração elevada	Elementos tóxicos podem causar anormalidades no sistema reprodutivo e câncer	4	Construir brinquedo em material com elementos tóxicos em concentração elevada	1/100	>1/1000000	Médio risco
			Criança colocar o produto na boca e ingerir elementos tóxicos	1/10000		

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Rapex (2009)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O brinquedo, objeto de estudo, apresentou-se não seguro para o uso de crianças, pois quebrou após o ensaio de queda, e a parte que se destacou possui pontas agudas. Estas podem gerar cortes e lacerações na pele das crianças. Além do risco apresentado nos ensaios, foram constatadas outras possibilidades de riscos entre elas o risco do brinquedo possuir partes pequenas quando construído ou gera-las durante os ensaios. Observam-se, combinando as duas análises que, mesmo com risco baixo, o item 4.7 ensaios de pontas agudas foi reprovado no teste em questão. Este brinquedo não atende aos requisitos da Portaria Inmetro 563:2016.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 300-1: Segurança de brinquedos Parte 1: Propriedades gerais, mecânicas e físicas.** São Paulo, 2011. 129 p.

HORA, Manpreet; BAPUJI, Hari; ROTH, Aleda V.. Safety hazard and time to recall: The role of recall strategy, product defect type, and supply chain player in the U.S. toy industry. **Journal Of Operations Management**, [s.l.], v. 29, n. 7-8, p.766-777, nov. 2011. Elsevier BV.

INMETRO. **Portaria 563, de 29 de dezembro de 2016.** Rio de Janeiro, 2016. 86p.

ISO GUIDE 50:2014. **Safety aspects: guidelines for child safety in standards and other specifications.** 3. ed. [S.l.:s.n.], 2014.



RAPEX. **Rapid Alert System for Non-Food Consumer Products**: Working together to keep consumer safe – 2016 Annual Report. [S.l.:s.n.], 2017. Disponível em: ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=43437. Acesso em: 04 nov. 2017

RAPEX. **Rapid Alert System for Non-Food Consumer Products**. COMMISSION DECISION: Risk Assessment Guidelines Article 20 of Regulation (EC) No 765/2008. Bruxelas: Rapex, 2009. 64 p

THINGIVERSE. **Thingiverse: Digital Designs for Physical Objects** 2018. Disponível em: <https://www.thingiverse.com>. Acesso em: 8 ago. 2018.

UL. **Emerging technologies**: Anticipating the Impact of 3D Printing on the Toy Industry. [S.l.:s.n.], 2017. Disponível: <https://www.ul.com/consumer-retail-services/en/knowledge-center/emerging-technology-anticipating-impact-3d-printing-toy-industry/>. Acesso em: 08 ago. 2017.

WINKLER, Matt et al. Toy safety surveillance from online reviews. **Decision Support Systems**, [s.l.], v. 90, p.23-32, out. 2016. Elsevier BV

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Escola SENAI Mario Amato e Faculdade SENAI de Tecnologia pela oportunidade de geração do brinquedo 3D e meios deste estudo.

¹JEFERSON DE FREITAS PEREIRA



Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia Industrial FEI (2000) e Pós Graduação em Materiais Poliméricos pela Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato (2018). Tem experiência na área de desenvolvimento de produtos automobilísticos e 5 anos de experiência na área de Qualidade de produtos de bens de consumo. Atualmente, trabalha na empresa Mattel como Engenheiro Sênior de Qualidade sendo responsável por analisar e liberar a produção de novos produtos, fazer análise de risco e definir requisitos de testes para produtos de bens de consumo.

²CLODOALDO LAZARETI (Orientador)



Possui graduação em Tecnologia Mecânica ênfase em Produção pela FATEC SP (2001) e Tecnologia de Produção com ênfase em Plásticos pela FATEC ZL (2006), especialização em Docência no Ensino Superior pela Universidade Nove de Julho (2011) e mestrado em Nanociências e Materiais Avançados pela Universidade Federal do ABC UFABC (2011). Atualmente é professor da Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato, lecionando as disciplinas Fundamentos de Polímeros e Aditivção, blendas e compósitos no curso Tecnológico em Polímeros e disciplina Estrutura e Propriedades dos Polímeros na Pós-graduação em Engenharia de Polímeros. Tem experiência na área de Gestão de Produção, Planejamento e Controle de Produção, acompanhamento técnico de processos de injeção plástica bem como desenvolvimento de processos fabris.