



Universidade Federal do ABC

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas

Carla Prisco Arnoni

**Análise do amortecimento de luvas de boxe e dos
critérios subjetivos para escolha de luvas por atletas**

Mestrado em Engenharia Biomédica

Orientador: Prof. Dr. Marcos Duarte

2015

Sumário

Índice de tabelas.....	3
Índice de figuras.....	4
Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução	9
História do boxe.....	10
O boxe hoje.....	14
Avaliação mecânica das luvas de boxe	18
Objetivo	22
Método	23
Ensaio mecânico	23
Análise estatística	28
Questionário de avaliação da luva de boxe	29
Experimento piloto	30
Coleta experimental	32
Resultados	33
Ensaio mecânico	33
Questionário	38
Discussão	40
Bibliografia	43

Índice de tabelas

TABELA 1. DIVISÃO DOS PROFISSIONAIS POR PESO CORPORAL (CATEGORIAS DO BOXE MASCULINO).	15
TABELA 2. DIVISÃO DOS PROFISSIONAIS POR PESO CORPORAL (CATEGORIAS DO BOXE FEMININO).	16
TABELA 3. LUVAS UTILIZADAS NESTE ESTUDO.....	23
TABELA 4. MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA FORÇA DE IMPACTO (N) EM CADA UMA DAS CONDIÇÕES TESTADAS. ..	34
TABELA 5. INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% PARA A MÉDIA.	35

Índice de figuras

FIGURA 1. MODELO DO ENSAIO MECÂNICO UTILIZADO POR GIRODET E COLABORADORES (2009).	20
FIGURA 2. FOTOGRAFIAS DAS LUVAS AVALIADAS.	25
FIGURA 3. FOTOGRAFIAS DAS LUVAS AVALIADAS CORTADAS MOSTRANDO SEUS PREENCHIMENTOS.	26
FIGURA 4. DIAGRAMA DO APARATO PARA ENSAIO MECÂNICO NESTE TRABALHO.	28
FIGURA 5. VALORES MÉDIOS (± 2 DESVIOS-PADRÕES) DOS PICOS DE FORÇA DE IMPACTO MEDIDOS EM 10 ENSAIOS MECÂNICOS PARA A LUVA DE 14 OZ. MASSA = 4,74 KG, ALTURAS DE QUEDA = 0,06 M (3 J) E 0,43 M (20 J).	31
FIGURA 6. GRÁFICO DO TRABALHO DE GIRODET E COLABORADORES (2009) MOSTRANDO OS VALORES MÉDIOS DAS FORÇAS DE IMPACTO PARA A LUVA DE 14 OZ EM ENSAIO MECÂNICO SIMILAR AO DESTE ESTUDO.	31
FIGURA 7. GRÁFICO DO COMPORTAMENTO DA FORÇA DE IMPACTO PARA CADA MARCA DAS LUVAS DE 12 OZ EM CADA ENERGIA (ALTURA DE QUEDA DA MASSA).	36
FIGURA 8. GRÁFICO DO COMPORTAMENTO DA FORÇA DE IMPACTO PARA CADA MARCA DAS LUVAS DE 14 OZ EM CADA ENERGIA (ALTURA DE QUEDA DA MASSA).	36
FIGURA 9. GRÁFICOS DO COMPORTAMENTO DA FORÇA DE IMPACTO PARA CADA MARCA DAS LUVAS DE 12 E 14 OZ EM CADA ENERGIA (ALTURA DE QUEDA DA MASSA).	37

Resumo

Luvas de boxe são utilizadas em lutas e treinamento principalmente para proteção das mãos do lutador. A segurança tanto do atleta que golpeia quanto do que recebe o golpe é prioridade para as federações de lutas que utilizam luvas. Desconhecem-se estudos que tenham investigado as respostas mecânicas ao impacto de luvas nacionais. Neste contexto, este trabalho tem dois objetivos: medir quantitativamente as respostas mecânicas ao impacto de luvas brasileiras em comparação com as principais luvas estrangeiras vendidas no Brasil; e determinar qualitativamente, por meio de questionário, quais características subjetivas da luva de boxe são relevantes para o usuário.

Para medição das respostas mecânicas serão empregados procedimentos similares ao estudo de Girodet e colaboradores (2009), somente com adaptações dos equipamentos, permitindo assim uma comparação direta dos resultados. O ensaio mecânico consistiu basicamente em deixar cair um corpo de prova sobre a parte da luva com função de amortecimento e medir o pico da força de impacto resultante dessa queda. Nosso experimento testou luvas de marcas diferentes, e cada um dos tipos representados por luvas de 12 e 14oz. Foram 30 tentativas com cada amostra (10 em cada altura de queda da massa de impacto).

As tentativas com a marca “A” foram as que produziram menos força de impacto (maior amortecimento). Em segundo lugar, para todas as condições, ficou a marca “D”. A diferença na absorção do impacto entre as luvas de mesma oz, mas de marcas

diferentes, foi estatisticamente significativa em metade das condições testadas, o que sugere a impossibilidade de indicar uma luva de maior proteção apenas pelo peso indicado pelo fabricante. Entre as luvas da mesma marca mas oz diferentes (12 e 14oz), onde esperava-se diferença significativa na absorção do impacto, na maior parte das condições as luvas mostraram-se iguais estatisticamente. Esse resultado também indica a fragilidade das variáveis utilizadas para definir os tipos de luvas que podem oferecer maior proteção ao usuário. Os resultados encontrados pelo ensaio do presente estudo também foram consistentes aos descritos por Girodet e colaboradores (2009). A menor força de impacto (maior amortecimento) foi verificada nas tentativas com as luvas de composição aparentemente mais simples (espuma injetada).

Palavras-chave: boxe, biomecânica, força de impacto.

Abstract

Boxing gloves are used in fights and training for hand protection. The safety of both, the athlete striking and the athlete receiving the blow, is a priority for the associations of fights with use gloves. Studies that investigated the responses to mechanical impact of national gloves are unknown. In this context, this study has two objectives: to measure quantitatively the mechanical responses to the impact of Brazilian gloves compared to the main foreign gloves sold in Brazil; and determine qualitatively, through a questionnaire, which subjective characteristics of the boxing glove are relevant to the user.

For measurement of mechanical responses, we used similar procedures to the study of Girodet and colleagues (2009), only with adjustments to the equipment, thus allowing a direct comparison of results. The mechanical test consisted in dropping a weight on the part of the glove and measure the peak of the resulting impact force this fall. Our experiment tested four different brands of gloves, and each of the types represented by 12 and 14oz gloves. There were 30 trials in each sample (10 in each drop height of the impact mass).

Attempts with the brand "A" were those that produced less impact force. Second, for all conditions was the brand "B". The difference in impact absorption between the glove with the same oz but different brands was statistically significant in half of conditions tested, suggesting that it is impossible to indicate a greater protection only by the weight indicated by the manufacturer. Among the gloves of the same brand but different oz (12 and 14oz), where was expected significant difference in the impact

absorption, in most conditions the gloves proved was statistically equal. This result also indicates the fragility of the variables used to define the types of gloves which can offer greater protection to the user. The results of the present study were also consistent with the test described by Girodet and col (2009). The lower impact strength was observed in attempts with the seemingly simple composition gloves (injected foam).

Keywords: boxing, biomechanics, impact force.

Introdução

Luvas de boxe são utilizadas em lutas e treinamento principalmente para proteção das mãos do lutador. Em sua forma mais tradicional, as luvas de boxe são compostas por camadas de espuma coladas no lado posterior da “luva interna” (parte de trás da mão), geralmente em formato retangular que se estende desde a parte superior até a região do punho e revestidas por couro sintético. No mercado de artigos esportivos, a luva de boxe é classificada por peso, sendo possível encontrar luvas de 10 oz (283,5 g), 12 oz (340,2 g), 14 oz (396,9 g), 16 oz (453,6 g) e 18 oz (510,3 g). Segundo a Associação Internacional de Boxe, também citada por Girodet e colaboradores (2009), essa divisão tem como objetivo a padronização do tamanho das espumas que a preenchem e, conseqüentemente, a proteção oferecida ao atleta. Como regra, a porção de couro não deverá pesar mais do que metade do peso total, e a porção de enchimento não deve pesar menos do que metade do peso total da luva para garantir a qualidade do produto.

Por baixo das luvas, os boxeadores utilizam bandagens com o objetivo de dar-lhes uma proteção extra. A Associação Internacional de Boxe Amador (AIBA) só autoriza a utilização de bandagens de algodão, com no máximo 2,5 m de comprimento e 5,7 cm de largura. Uma fita adesiva com largura máxima de 2,5 cm e comprimento máximo de 8 cm pode ser fixada no punho para segurar a bandagem (Vieira & Freitas, 2007).

Atualmente, a maior parte das empresas de equipamentos esportivos utiliza espuma injetada de poliuretano coberto com couro sintético para fabricar as luvas de

boxe. Junto a essa novidade, cada fabricante encontrou sua forma de melhorar a absorção do impacto produzido pelos golpes. Além da divisão por peso, hoje em dia, os atletas e praticantes encontram no mercado mundial diversos tipos de luvas. Existem as feitas de espuma injetada, espuma injetada com domos de gel, espumas dispostas em camadas, disposição em camadas com diferentes densidades, entre outras.

História do boxe

O boxe é provavelmente uma das mais antigas disciplinas desportivas na história da humanidade. Há registros de formas rudimentares de lutas com as mãos já entre os homens pré-históricos. Por isso, ao contrário do que ocorre com outras modalidades, não se pode dizer que o boxe tenha sido inventado, visto que em diversas culturas, as lutas eram praticadas por diversão ou autodefesa (Dragu et al., 2010; Vieira & Freitas, 2007).

Apesar dos desencontros de datas, a maior parte dos historiadores acredita que o pugilato, como era chamado antigamente, originou-se como esporte cerca de 4 mil a 3 mil anos antes da era cristã. O esporte foi admitido como esporte olímpico na edição de número 23 dos Jogos Olímpicos da Antiguidade em 688 a.C. Até chegar à sua forma atual, o boxe sofreu transformações radicais. O boxe passou por rápidas evoluções e diversos aperfeiçoamentos, até que fosse enquadrado como tal e pudesse, de fato, atingir um padrão técnico elevado (Zazryn et al., 2006; Vieira & Freitas, 2007).

Os antigos competidores utilizavam apenas tiras de tecido para a proteção das mãos, algo como bandagens, as quais mais adiante foram substituídas por faixas de

couro rígido incrustadas com esferas cortantes ou tachas pontiagudas. Credita-se aos europeus, em especial aos ingleses, a responsabilidade pela “manutenção” e modernização do esporte durante o período em que não houve disputas olímpicas. Foram também os britânicos que rebatizaram a modalidade, passando a chamá-lo em definitivo de boxe, e que, após experimentarem as mais variadas formas de disputa (incluindo uma espécie de “vale-tudo” entre os competidores, com luta corpo-a-corpo e sem uso de proteção alguma nas mãos) estabeleceram regras e um sistema de boxear que envolvia técnica e habilidade específicas (Vieira & Freitas, 2007; Matteucci, 2007).

Junto às últimas alterações na regra, ficou definida então a obrigatoriedade do uso de luvas em todas as lutas (Leclerc et al., 1999). Segundo a Federação Rio Grandense de Pugilismo, as luvas de boxe foram introduzidas em 1743, pelo inglês Jack Broughton, arrependido depois de ter provocado a morte de um adversário (George Stevenson, em luta no ano de 1741). No início eram de uso obrigatório apenas para amadores. Esses atletas lutavam com o mesmo estilo e sob as mesmas regras que os profissionais do *prize fighting*, o “boxe sem luvas”. Por si só, a mera introdução das luvas não trouxe nenhuma modificação na arte de boxear. As reais modificações somente ocorreram a partir das Regras de Queensberry, publicadas em 1867. Essas regras foram feitas para os campeonatos de amadores em Londres, os quais já exigiam o uso de luvas, e acabaram sendo adotadas pelos profissionais ingleses e americanos.

Antigamente, na época do boxe sem luvas, as qualidades mais apreciadas nos pugilistas eram sua coragem, determinação, dureza, a capacidade de aguentar 25 ou mais rounds. A técnica tinha um valor muito menor e a esquiva era vista como um recurso afeminado. As principais apostas eram feitas no “first blood” (quem seria o

primeiro boxeador a sangrar) e no número de rounds que duraria a luta. O uso de luvas não era compatível com esses valores. As lutas que utilizavam o acessório eram consideradas pelos organizadores como meras exibições (site: Federação Rio-Grandense de Pugilismo-<http://www.boxergs.com.br/espec12.htm>).

Apesar do desgosto por um lado, uma parte dos amantes de boxe viram algumas vantagens nas mudanças propostas. Tradicionalmente, o boxe sem luvas era realizado num ringue com piso de grama, a céu aberto. Isso propiciava o comparecimento de arruaceiros, que acabavam tumultuando o evento. Por sua vez, o boxe com luvas exigia um ringue tablado, logo poderia ser feito num local fechado, num clube onde se cobraria ingresso, selecionando assim o público. Como a influente classe alta gostava do boxe, mas não gostava dos tumultos, acabou apoiando fortemente a mudança. Além disso, o moralismo da Época Vitoriana (a rainha Victoria reinou na Inglaterra de 1837 a 1901) era incompatível com a violência das lutas sem luvas, bem como com os tumultos, bebedeiras e apostas que as acompanhavam. Acabou, portanto, proibindo definitivamente as lutas de boxe sem luvas, as quais tiveram de passar a ser feitas clandestinamente. Logo, os próprios profissionais viram que, lutando com luvas, tinham muito menor chance de machucar as mãos e então poderiam lutar mais frequentemente, o que significava também mais dinheiro (site: Federação Rio-Grandense de Pugilismo-<http://www.boxergs.com.br/espec12.htm>).

Nos primeiros anos do século XX, mal se ouvia falar em boxe no Brasil. A modalidade permanecia quase desconhecida por aqui e a pouca informação sobre o esporte vinha das comunidades de imigrantes de São Paulo e dos estados do Sul do país. A novidade ganhou realmente cena pela primeira vez em 1913. Nesse ano, o remador

Luiz Sucupira topou o desafio de enfrentar um ex-boxeador francês. Sucupira era forte e não hesitou em aceitar o confronto com o ex-atleta, àquela altura afastado do ringue e voltado exclusivamente ao teatro. A maior parte dos espectadores apostou em uma vitória fácil do remador, mas para surpresa geral, o adversário não teve dificuldades para levá-lo à lona. Venceu com tranquilidade, lançando mão mais de técnica do que de força. A imprensa notificou o fato com grande alarde e o boxe virou notícia entre os brasileiros (Vieira & Freitas, 2007; Matteucci, 2007).

A luva de boxe foi patenteada nos EUA. Segundo o autor dessa patente, a distribuição de espuma em camadas, como descrita na nossa introdução, proporcionaria amortecimento adequado, além de a espuma ser mais acessível financeiramente. A idéia era a camada mais interna ser menos densa, relativamente suave, amortecendo confortavelmente o punho do lutador. A camada externa seria mais firme e mais forte comparada à primeira, e a camada do meio na estrutura mais forte de PVC, aumentando substancialmente a durabilidade da luva (Golomb, 1986).

O boxe hoje

Atualmente, o boxe tem duas formas de participação: profissional e amador. Os combates são caracterizados por fases dinâmicas de curta duração, que envolvem quase todos os grupos musculares em movimentos complexos, curtos e de máxima intensidade de esforço, levando a acelerações e desacelerações rápidas de segmentos corporais (Zazryn, et al., 2006; Lira et al., 2013). Uma vitória é alcançada quando um competidor marca mais pontos do que o adversário (pontos conquistados golpeando as regiões específicas do corpo - tronco e cabeça), ou por um adversário ser incapaz de completar uma luta (Zazryn et al., 2006; Schinke, 2007).

Segundo a Confederação Brasileira de Boxe, a duração dos combates profissionais masculinos é de 4 a 10 assaltos de 3 minutos, com um minuto de intervalo entre eles. As disputas de título brasileiro são realizadas em 10 rounds. Caso o combate pelo título brasileiro também tenha validade para a conquista de algum cinturão internacional, a CBB poderá autorizar a disputa em 12 rounds.

Para as mulheres, os combates profissionais tem duração de 4 a 8 assaltos de 2 minutos, com um minuto de intervalo entre eles, de acordo com as seguintes características: a) Preliminar – 4 assaltos, b) Semifinal – 6 assaltos, c) Final – 8 assaltos, d) Título Estadual ou Brasileiro – 8 assaltos.

A categoria de um boxeador é determinada por seu peso corporal (Tabela 1 e Tabela 2). A pesagem antes da luta é obrigatória e realizada a corpo nu ou com uma

sunga. Não é permitida pela Confederação a realização de combates caso o lutador mais leve pese menos do previsto para a categoria abaixo.

Tabela 1. Divisão dos profissionais por peso corporal (categorias do Boxe Masculino).

CATEGORIA DE PESO (MASCULINO)	QUILOS	LIBRAS
MÍNIMO	47,627	105
MOSCA LIGEIRO	48,988	108
MOSCA	50,802	112
SUPER MOSCA	52,163	115
GALO	53,524	118
SUPER GALO	55,338	122
PENA	57,153	126
SUPER PENA	58,967	130
LEVE	61,235	135
SUPER LEVE	63,503	140
MEIO MÉDIO	66,678	147
SUPER MEIO MÉDIO	69,853	154
MÉDIO	72,575	160
SUPER MÉDIO	76,204	168
MEIO PESADO	79,379	175
CRUZADOR	90,719	200
PESADO	+90,719	+200

Tabela 2. Divisão dos profissionais por peso corporal (categorias do Boxe Feminino).

CATEGORIA DE PESO (FEMININO)	QUILOS	LIBRAS
MÍNIMO	46,266	102
MINI MOSCA	47,627	105
MOSCA LIGEIRO	48,988	108
MOSCA	50,802	112
SUPER MOSCA	52,163	115
GALO	53,524	118
SUPER GALO	55,338	122
PENA	57,153	126
SUPER PENNA	58,967	130
LEVE	61,235	135
SUPER LEVE	63,503	140
MEIO MÉDIO	66,678	147
SUPER MEIO MÉDIO	69,853	154
MÉDIO	72,575	160
SUPER MÉDIO	76,204	168
MEIO PESADO	79,379	175
PESADO	+79,379	+175

Com relação às luvas utilizadas nos eventos, o regulamento técnico de boxe profissional no Brasil, descrito no site da Confederação Brasileira de Boxe (www.cbboxe.com.br), diz o seguinte:

“

Art. 16º – As luvas serão fornecidas pelos organizadores e promotores do evento.

Art.17º – As luvas deverão ser aprovadas pelo Departamento Técnico da CBB e estar em bom estado de conservação.

Art.18º – As luvas para disputa de Título Brasileiro obrigatoriamente terão que ser novas e apresentadas no congresso técnico.

Art.19º – Ao Boxeador não será permitido utilizar luvas próprias.

Art.20º - As luvas serão de:

- a. 8 onças (227 gramas) até a categoria Meio Médio (66,678 Kg.)*
- b. 10 onças (284gramas), para as demais categorias.*

Art. 21º – A parte de pelica não deve pesar mais que a metade do peso total da luva, e a parte acolchoada não menos que a metade do peso total da luva.

Art. 22º – Os cordões devem ser atados à altura do pulso das luvas sempre cobertos com fita adesiva ou com sistema de velcro. O dedo polegar deverá estar preso junto ao corpo da luva.

Art. 23º – As luvas deverão ser calçadas no ringue.

Parágrafo único:- As luvas poderão ser calçadas no camarim ou locais preparados para essa formalidade, onde os dois Boxeadores ficarão sob fiscalização permanente de autoridades para isso designadas e pelos “segundos” ou fiscais dos Boxeadores contendores, até adentrarem no ringue, quando a fiscalização passará a ser exercida pelo Árbitro.

“

Para as mulheres, as luvas serão de:

“

a) 8 (oito) onças (227 gramas) até a categoria Pena, 57,153 kg (126 libras).

b) 10 (dez) onças (284 gramas) a partir da categoria Super Pena 58,967 kg (130 libras).

”

Avaliação mecânica das luvas de boxe

A segurança tanto do atleta que golpeia quanto do que recebe o golpe é prioridade para as federações de lutas que utilizam luvas. Já foi relatado na literatura que a força produzida pelo impacto, durante um treino intenso no saco de boxe é um meio potencial para desenvolvimento de lesões articulares (Vieira & Freitas, 2007). Em 1985, o trabalho de Atha e colaboradores também mediu a força de impacto proporcionada por um soco real do campeão britânico da época, Frank Bruno. Foram coletados dados de força durante o soco do boxeador usando como alvo um pêndulo balístico de metal. O pêndulo pesava 7 kg, similar à massa da cabeça e pescoço de um boxeador peso-pesado. Durante o soco, o punho do boxeador chegou a uma velocidade de impacto de 8,9 m/s, com o pico da força de impacto resultante de 4096N (Atha et al., 1985).

Quando mensurada a influência da luva na intensidade do soco, o acessório parece realmente promover amortecimento, diminuindo assim a intensidade do impacto por volta de 40% (Blonstein & Schmid, 1973; Walilko et al., 2005). Considerando a importância dos padrões de fabricação da luva para garantir a eficiência do amortecimento, alguns estudos têm realizado testes específicos e federações tem se posicionado sobre as regras para o desenvolvimento desse material (Blonstein & Schmid, 1973). Este é o caso do Comitê Técnico Europeu, o qual desenvolveu um padrão para definir regras gerais e métodos para testar ergonomia, limitação, zona de proteção e impacto. Essa última variável é a mais discutida entre os profissionais da área, além de ser a mais relacionada ao índice de lesão ortopédica nesse esporte (Atha et al., 1985;

Blonstein & Schmid, 1973; Walilko et al., 2005). O Padrão Europeu para Equipamentos de Proteção em Artes Marciais sugere o seguinte teste de impacto:

“Utilizar uma massa de impacto de 2,5 ($\pm 0,025$) kg e de forma cilíndrica de diâmetro 80 (± 2) mm. A superfície de impacto do percutor é convexa tendo um raio de curvatura (100 ± 2) mm. O ensaio deve ser realizado três vezes na mesma posição em conformidade com as partes relevantes da presente Norma Europeia”.

É geralmente aceito que o golpe executado com uma luva de peso mais leve tem menor amortecimento e, portanto, mais perigoso para o golpeador e para o adversário. É por isso que, em 1948, houve um esforço para prescrever aos atletas amadores luvas de diferentes pesos de acordo com a categoria do atleta (Blonstein & Schmid, 1973). Apesar disso, é raro encontrar pesquisas relacionadas ao mecanismo de lesões nessa modalidade e sobre a importância ou não dos tipos de luva para a prevenção desses acometimentos.

Por esse motivo, Girodet e colaboradores (2009) compararam o comportamento das luvas de 10, 12 e 14 oz, mas de diferentes marcas. As luvas foram cortadas para utilização como corpo de prova durante um teste de impacto. A luva foi fixada em um pedestal de concreto e foi atingida por uma massa de impacto de 4,74kg (Figura 1). É importante notar que, embora a norma europeia citada anteriormente proponha a utilização de uma massa de impacto de 2,5 kg, Girodet e colaboradores (2009) argumentam que este valor de massa é muito pequeno para reproduzir os valores de força de impacto produzidos em condições de combate e por isto estes autores propuseram o uso de uma massa diferente.

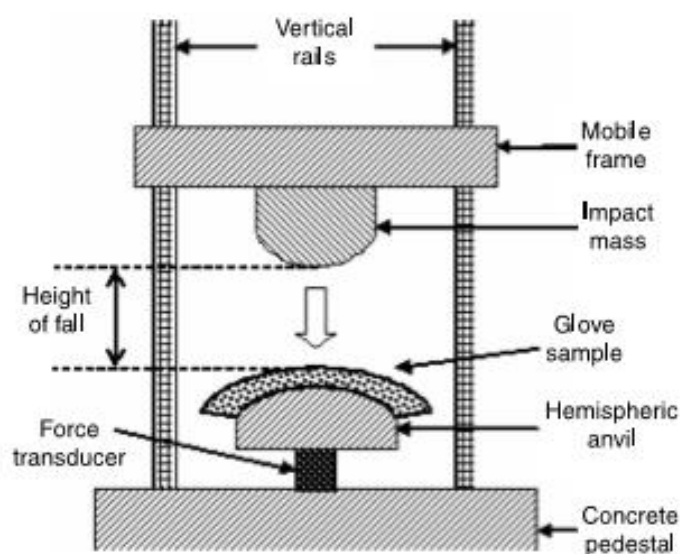


Figura 1. Modelo do ensaio mecânico utilizado por Girodet e colaboradores (2009).

Cada um dos corpos de prova passou por um teste de impacto sob três intensidades (3, 10 e 20 J de energia cinética) geradas pela modificação da altura de queda da massa de impacto. A força de impacto foi mensurada por um transdutor de força fixado entre o pedestal e o suporte da amostra. O estudo encontrou diferença significativa na força de impacto entre as luvas anunciadas pelo fabricante como de mesmo tamanho e, aparentemente, de mesmo aspecto. Os autores atribuíram essa diferença ao tipo de composição da luva (1 - espuma injetada estriada por ranhuras cheias de gel, 2 - bloco simples de espuma injetada e 3 - um sanduíche de uma camada de espuma flexível entre duas espumas comprimidas). O menor impacto (maior amortecimento) foi apresentado pela luva com, aparentemente, a composição mais simples (bloco simples de espuma injetada) (Girodet et al., 2009).

Desconhece-se qualquer estudo que tenha investigado as respostas mecânicas ao impacto de luvas nacionais.

Apesar de não serem encontrados na literatura estudos sobre o conforto de luva de boxers, num paralelo com calçados esportivos (Mundermann et al., 2001), acreditamos que o conforto proporcionado pela luva de boxe ao usuário deve ser um fator importante, no mínimo para influenciar sua compra.

Objetivo

Neste contexto, este trabalho tem dois objetivos:

1. Medir quantitativamente as respostas mecânicas ao impacto de luvas brasileiras em comparação com as principais luvas estrangeiras no mercado.
2. Determinar qualitativamente, por meio de questionário, quais características subjetivas da luva de boxe são relevantes para o usuário.

Método







Ensaio mecânico

Para medição das respostas mecânicas, foram empregados procedimentos similares ao estudo de Girodet e colaboradores (2009) quanto à energia de impacto, somente com adaptações dos equipamentos. Utilizar os mesmos procedimentos irá permitir uma comparação direta dos resultados.

Foram testadas 10 luvas de 5 modelos diferentes, identificadas neste estudo pelas letras, A, B, C, D, E. As luvas estão descritas na Tabela 3 e mostradas na Figura 2 e na Figura 3.

Tabela 3. Luvas utilizadas neste estudo.

Amostra	Marca	Peso (oz)
1	A	14
2	A	12
3	B	14
4	B	12
5	C	14
6	C	12
9	D (preenchimento por espuma injetada)	14
10	D (preenchimento por espuma injetada)	12
11	E (preenchimento por camadas)	14
12	E (preenchimento por camadas)	12

	
A 12oz	A 14oz
	
B 12oz	B 14oz
	
C 12oz	C 14oz

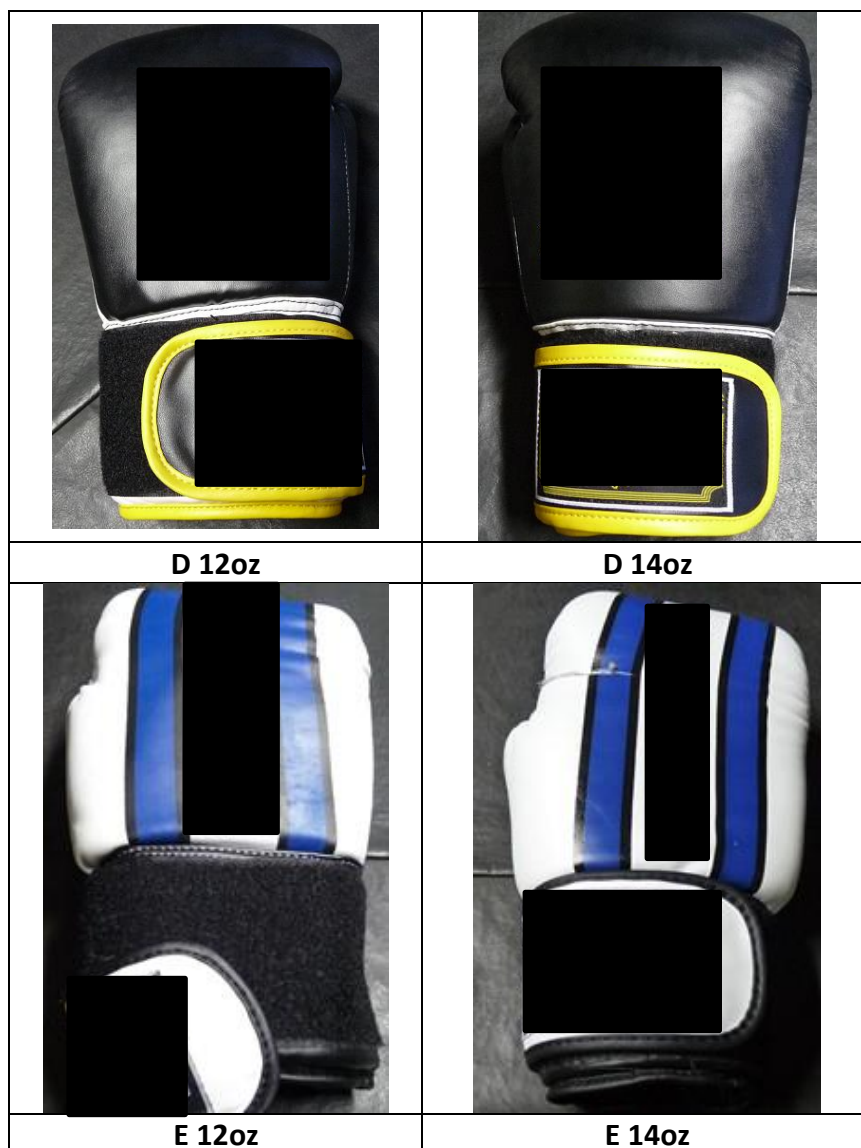


Figura 2. Fotografias das luvas avaliadas.



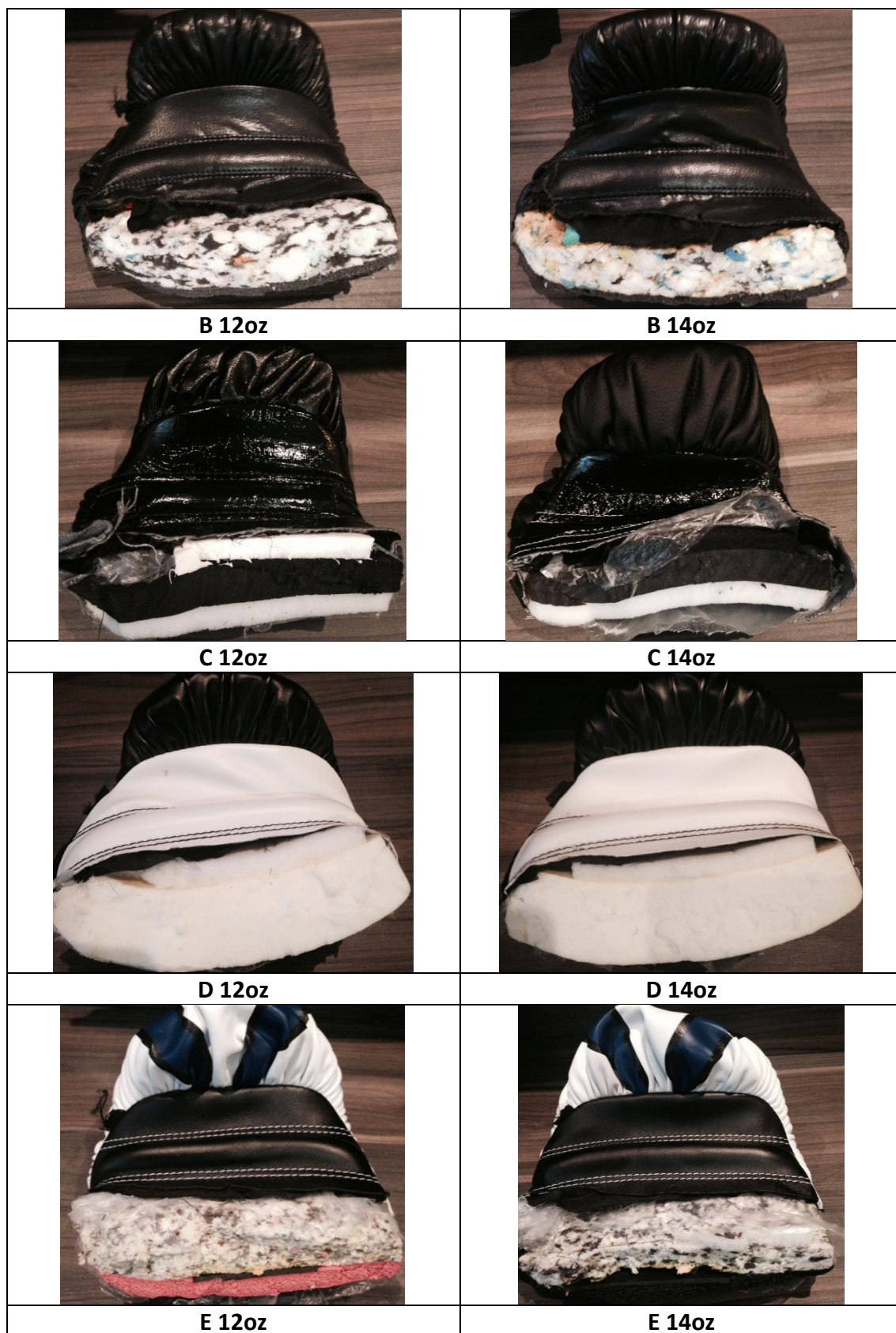


Figura 3. Fotografias das luvas avaliadas cortadas mostrando seus preenchimentos.

As luvas foram cortadas com estilete na linha de referência aos metacarpos, ficando para teste apenas a parte dos dedos (excluindo o compartimento do polegar). Na amostra foi colada uma etiqueta com o número de referência, peso da luva e letra que representa a marca. Para o ensaio mecânico utilizamos uma bola de ferro (bola para arremesso de peso), a qual foi desgastada para atingir a massa de 4,74kg, e um eletroímã para soltar essa bola das alturas previstas pelo estudo. Esse desgaste já foi feito de forma a deixar um platô liso em um dos lados da bola para melhor aderência ao eletroímã. Além disso, uma estrutura de ferro em formato de T foi construída para suporte dos materiais utilizados no teste. Na ponta de baixo dela foi preso o eletroímã, o qual era ligado através de um interruptor que ficou na mesa de coleta. Os dois braços laterais ficaram suspensos por dois tripés (um de cada lado) com a possibilidade de mudança da altura durante o teste. O corpo de prova foi fixado com fita dupla face no centro da plataforma de força e envolvido por um tapete de borracha para que, caso durante a queda a bola caísse para fora da região da amostra, não danificasse a superfície da plataforma. A plataforma de força será o transdutor de força (Figura 4).

Para reproduzirmos o estudo de Girodet e colaboradores (2009), utilizamos essa estrutura em 3 diferentes alturas (6 cm, 21 cm e 42 cm) a partir da linha de baixo da bola de ferro até a superfície do corpo de prova, produzindo assim energia cinética de 3, 10 e 20 J, respectivamente. Para cada amostra de luva foi realizada 10 tentativas a 6 cm de altura, depois 10 tentativas a 21 cm de altura e por último 10 tentativas a 42 cm de altura.

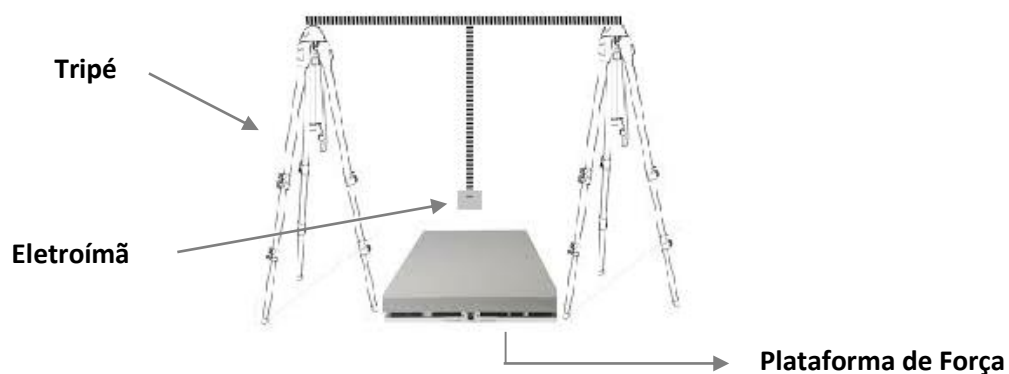


Figura 4. Diagrama do aparato para ensaio mecânico neste trabalho.

A frequência de aquisição da plataforma de força foi de 1000 Hz e os dados não foram filtrados para não alterar os valores máximos medidos pela plataforma de força. Utilizaremos como medida de impacto, o pico da força medida pela plataforma de força produzida com o contato da massa de prova sobre o corpo de prova da luva. Por amortecimento iremos nos referir como o inverso de impacto, isto é, uma força de impacto maior significa amortecimento menor e vice-versa.

Análise estatística

Para cada tipo de luva, nós medimos apenas um exemplar e realizamos 10 medidas para cada exemplar. Para estas 10 medidas calculamos a média e desvio padrão como descritores do comportamento de cada exemplar de luva. Para comparar os valores médios de diferentes luvas, nós calculamos o intervalo de predição em torno da média com 95% de

probabilidade que um novo valor medido estivesse contido neste intervalo, que foi calculado da seguinte maneira:

$$\left[\bar{x} - T_{n-1} s \sqrt{1 + 1/n} \quad , \quad \bar{x} + T_{n-1} s \sqrt{1 + 1/n} \right]$$

Onde \bar{x} é a média, s o desvio padrão, n o número de amostras, e T o valor da distribuição t de *Student*. Para o presente estudo, $n=10$, resultando no intervalo: $[\bar{x} - 2,26 s, \bar{x} + 2,26 s]$. Para a comparação entre os valores das diferentes luvas, se os respectivos intervalos de predição não se sobrepunham, nós interpretamos que havia uma probabilidade de 95% que os valores da força de impacto destas luvas eram significativamente diferentes.

Questionário de avaliação da luva de boxe

Para entendermos se as características importantes presentes na luva de boxe e refletidas na prática do boxeador, desenvolvemos um questionário curto e de fácil aplicação, o qual acessou informações relevantes sobre a relação do esportista com a luva.

Foram entrevistados doze lutadores ou ex-lutadores profissionais. A partir das respostas, identificamos variáveis importantes para definir a qualidade da luva do ponto de vista prático.

O seguinte questionário foi elaborado para aplicar avaliar as luvas de boxe:

1. O que você acha mais importante numa luva de boxe?
2. Qual a diferença entre a luva que você usa para treinar (saco e com adversário), e para lutar?

3. Já machucou as mãos?
4. Que luva você mais usa atualmente (para treinar/para lutar)? O que você gosta nela? O que gostaria de mudar/não gosta?
5. De quanto em quanto tempo você precisa trocar de luva? Quais são os sinais indicadores de que está na hora de trocar de luva?
6. Quantas horas/semana você treina com cada luva?

Experimento piloto

Para a realização do experimento piloto, escolhemos amostra da maior luva de 14 oz (marca 1) - em tamanho, classificadas visualmente - e as testamos na menor e maior altura proposta pela pesquisa (6 cm e 43 cm). Optamos por esse processo imaginando que, dessa forma, encontraríamos o intervalo dentro do qual teríamos nossos dados. O piloto foi realizado com 10 tentativas para cada uma dessas condições, portanto 20 tentativas ao todo.

Os valores médios e desvios-padrões dos picos de força de impacto medidos nos 10 ensaios mecânicos foram $(25,4 \pm 2,1)$ J e (2648 ± 166) J respectivamente para as alturas de queda 0,06 m (3 J) e 0,43 m (20 J), como mostrado na Figura 5. Estes valores são compatíveis com os valores apresentados no trabalho de Girodet e colaboradores (2009), mostrados na Figura 6.

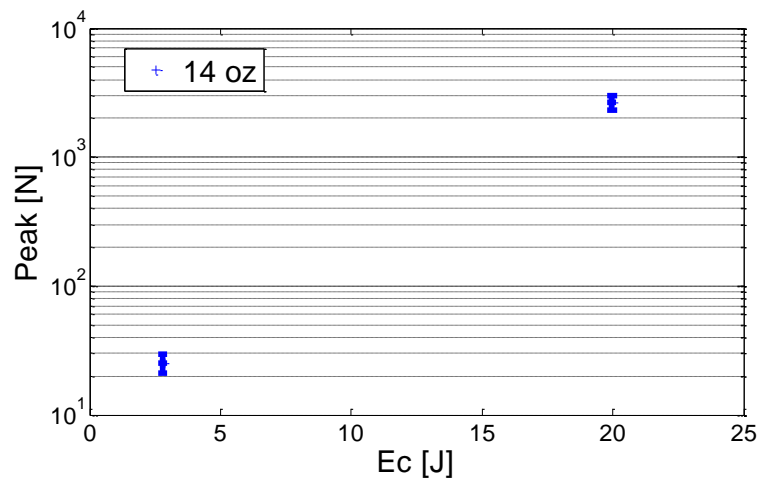


Figura 5. Valores médios (± 2 desvios-padrões) dos picos de força de impacto medidos em 10 ensaios mecânicos para a luva de 14 oz. Massa = 4,74 kg, alturas de queda = 0,06 m (3 J) e 0,43 m (20 J).

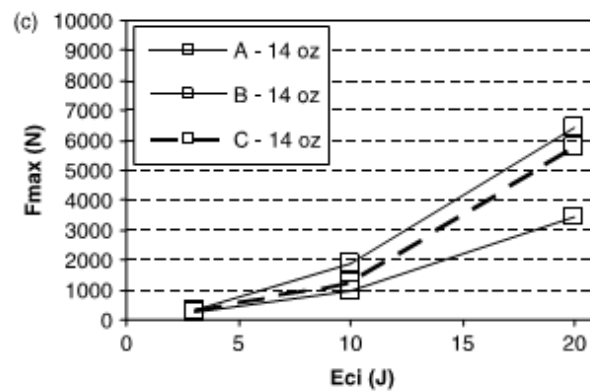


Figure 2. Mean values of the impact force peaks measured on 10 oz (a), 12 oz (b) and 14 oz (c) gloves.

Figura 6. Gráfico do trabalho de Girodet e colaboradores (2009) mostrando os valores médios das forças de impacto para a luva de 14 oz em ensaio mecânico similar ao deste estudo.

Além do ensaio mecânico, dois boxeadores foram entrevistados. Essa conversa foi gravada e as observações mais importantes ressaltadas na folha do questionário. Segundo eles, as características mais significativas para uma luva eficiente são:

- Espaço para polegar bem grudado à luva
- Maciez
- Estabilidade da espuma dentro da luva
- Amortecimento
- Estabilidade do punho

Coleta experimental

Dez amostras de luvas foram testadas, cada uma em três diferentes alturas como previsto nos métodos propostos. A sequência de luvas foi a mesma para as três alturas, e foram 10 tentativas para cada uma das situações.

Resultados

Ensaio mecânico

Para todas as luvas testadas, a força de impacto aumentou (o amortecimento diminuiu) conforme a altura de queda da massa também aumentava. Os valores médios ± 1 desvio padrão são apresentados na Tabela 4 e graficamente na Figura 7, Figura 8 e Figura 9. Os valores correspondentes dos intervalos de predição são apresentados na Tabela 5.

As tentativas com a luva “A” apresentaram impacto significativamente menor (amortecimento maior) em todas as situações, menos para a queda de 42cm quando utilizada a luva de 14oz. A luva “D” foi a segunda em menor impacto para todas as situações.

Entre as luvas de marcas diferentes, mas de mesma oz, verificamos também diferença significativa entre “D” 12oz e “B” 12oz para as quedas de 6 e 21cm. A luva “D” 14oz também foi significativamente diferente da “B” na queda de 42cm e da “E” na queda de 21cm.

Entre as luvas de 12 e 14oz, as marcas “A”, “B”, “C” e “E” não apresentaram diferença significativa na absorção do impacto para as quedas de 21 e 42cm. Apenas para a queda de 6cm a luva “D” não apresentou diferença.

A marca “E” foi a que ofereceu maior impacto (menor amortecimento) em todas as condições para as luvas de 12oz. Para as de 14oz, o teste com a luva “E” apresentou

maior impacto na queda de 6cm. Para as quedas de 21 e 42cm, o maior impacto foi observado nos testes com a luva da marca “C”.

Tabela 4. Média e desvio padrão da força de impacto (N) em cada uma das condições testadas.

Energia [J]	Força de impacto [N]		
	2,8	9,8	19.5
Luva			
A12	432±21	1182±227	3423±145
B12	744±45	2092±133	5111±292
C12	772±32	2306±236	5710±496
D12	598±14	1660±55	5026±285
E12	848±44	2427±93	5792±231
A14	483±17	1305±65	3680±325
B14	620±45	2333±241	5371±411
C14	645±91	2587±247	5818±209
D14	578±22	1476±49	3820±303
E14	755±59	2275±109	5769±269

Tabela 5. Intervalos de predição da força de impacto (N) em cada uma das condições testadas.

Energia [J]	Força de impacto [N]		
	2,8	9,8	19.5
Luva			
A12	416 - 447	1011 - 1353	3313 - 3532
B12	709 - 778	1991 - 2193	4892 - 5331
C12	748 - 797	2128 - 2484	5336 - 6083
D12	587 - 608	1618 - 1701	4812 - 5241
E12	814 - 881	2356 - 2497	5618 - 5966
A14	470 - 495	1256 - 1354	3435 - 3925
B14	586 - 654	2152 - 2515	5061 - 5681
C14	576 - 713	2401 - 2773	5660 - 5976
D14	561 - 595	1439 - 1513	3592 - 4049
E14	711 - 800	2193 - 2358	5566 - 5971

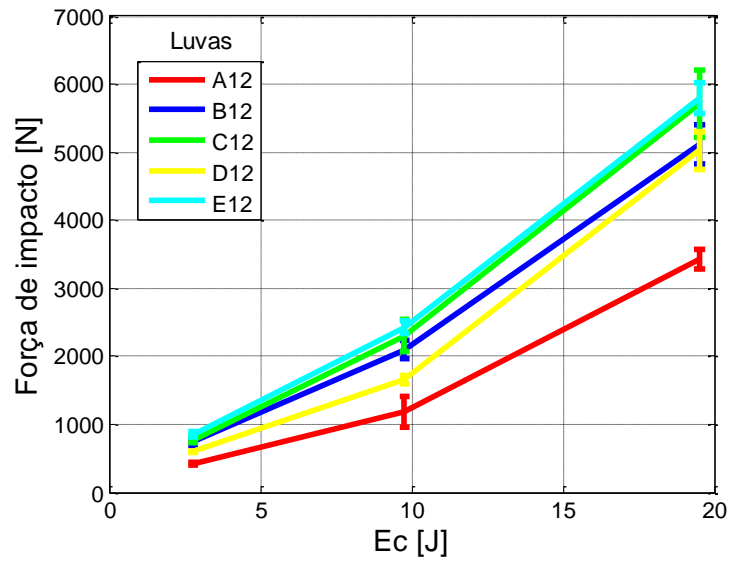


Figura 7. Gráfico do comportamento da força de impacto para cada marca das luvas de 12 oz em cada energia (altura de queda da massa).

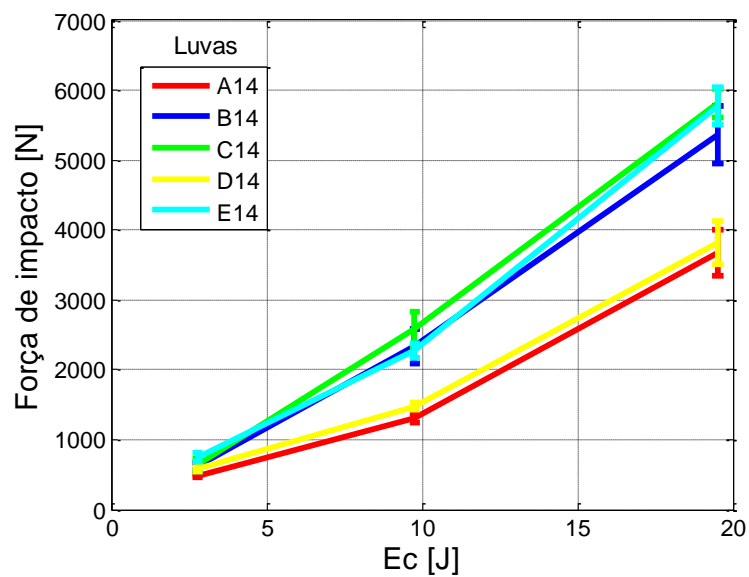


Figura 8. Gráfico do comportamento da força de impacto para cada marca das luvas de 14 oz em cada energia (altura de queda da massa).

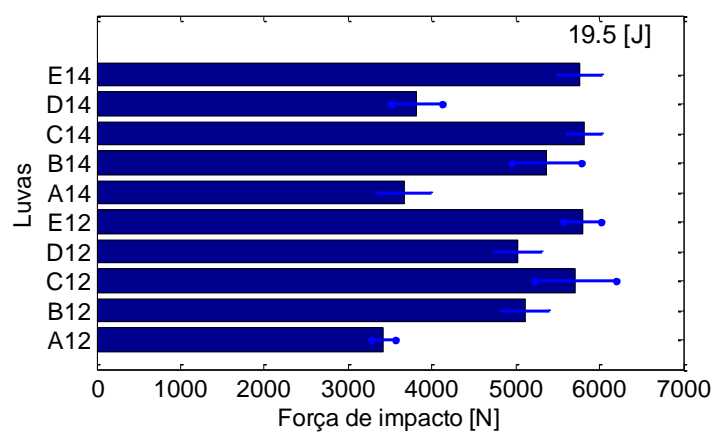
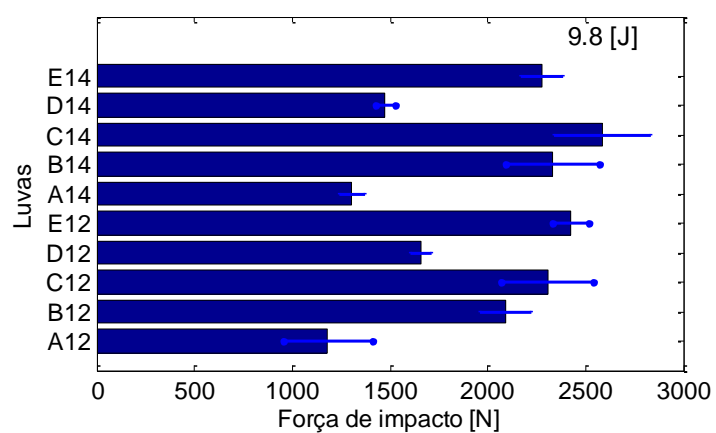
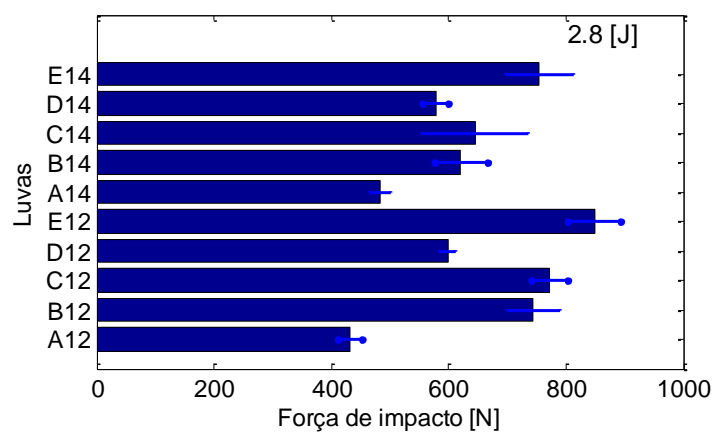


Figura 9. Gráficos do comportamento da força de impacto para cada marca das luvas de 12 e 14 oz em cada energia (altura de queda da massa).

Questionário

Quanto à entrevista, as seguintes variáveis foram citadas como importantes na luva de boxe:

1. Leveza, flexibilidade no punho, maciez, amortecimento e conforto.
2. Bom couro, conforto e encaixe do polegar bem preso ao corpo da luva.
3. Valor, conforto ao fechar a mão e proteção.
4. Bom acabamento (costura), conforto, ser aprovada pela AIBA.
5. Bom ajuste e conforto.
6. Conforto, valor e durabilidade.
7. Proteção, amortecimento e conforto.
8. Tamanho da parte que aplica o golpe e conforto.
9. Estabilidade do punho, bom velcro e conforto.
10. Maciez, conforto e durabilidade.
11. Proteção, conforto e bem ajustável à mão do lutador.
12. Encaixe do polegar bem preso à luva, conforto e durabilidade.

Todos os entrevistados incluíram o conforto como uma das características mais importantes da luva. Também todos eles lembraram que a maior parte dos boxeadores não tem recursos e, por isso, só trocam as luvas quando realmente não conseguem mais usá-las, por rasgarem, perderem o velcro ou por a espuma interna se soltar.

Segundo os resultados do questionário, a luva de treino não é a mesma usada na luta. A luva de competição é fornecida pelo patrocinador do evento, assim todos utilizam o mesmo padrão de proteção. Durante o treino, as luvas utilizadas mudam

conforme a características dos exercícios propostos. Para treino corpo a corpo, por exemplo, são utilizadas luvas maiores (16oz na maior parte das vezes) por, comercialmente, oferecerem maior proteção.

Discussão

Nosso experimento testou luvas de 4 marcas diferentes, uma delas com dois tipos de preenchimento, e cada um dos tipos representados por luvas de 12 e 14oz. Foram 30 tentativas com cada amostra (10 em cada altura de queda da massa de impacto). Nós medimos o impacto sobre cada luva como o pico da força produzida pelo contato entre corpo de prova e luva de boxe. Por amortecimento iremos nos referir ao inverso do impacto, isto é, maior impacto significa menor amortecimento e vice-versa.

As tentativas com a marca “A” foram as que produziram menor impacto (maior amortecimento). Em segundo lugar, para todas as condições, ficou a marca “D”. A diferença no amortecimento entre as luvas de mesmo peso (oz) mas de marcas diferentes foi estatisticamente significativa em metade das condições testadas, o que sugere a impossibilidade de indicar uma luva de maior proteção apenas pelo peso indicado pelo fabricante.

Entre as luvas da mesma marca, mas oz diferentes (12 e 14oz), onde esperava-se diferença significativa no amortecimento, na maior parte das condições as luvas mostraram-se iguais estatisticamente. Esse resultado também indica a fragilidade das variáveis utilizadas para definir os tipos de luvas que podem oferecer maior proteção ao usuário.

Os resultados encontrados pelo ensaio do presente estudo também foram consistentes aos descritos por Girodet e colaboradores (2009). A menor força de impacto (maior amortecimento) foi verificada nas tentativas com as luvas de composição aparentemente mais simples (espuma injetada).

Assim como para a luva de boxe, o conforto também é a característica mais importante na escolha de um calçado de corrida. Proporcionar uma boa distribuição de carga na planta do pé garante a sensação de conforto e diminui estatisticamente o número de lesões, e por isso essa variável tem sido bastante estudada no mundo da corrida (Mundermann et al, 2001; Dinato et al, 2015; Hagen et al, 2010; Hong et al, 2011). A forma com a qual a luva veste a mão do lutador foi citada diversas vezes durante as entrevistas.

Os artigos que estudam a importância do conforto para a escolha do tênis de corrida lembram que essa variável é subjetiva e depende de experiências anteriores, o que significa que, para definir um material como confortável, a pessoa compara a experiência de vesti-lo com as outras experiências que teve. Além disso, a opinião sobre o mesmo tênis é divergente entre os sujeitos. O mesmo tênis pode ser confortável para algumas pessoas e não para outras. O mesmo certamente acontece com as luvas de boxe, uma vez que o conforto tem relação com a forma que a mão é sentida dentro da luva, o que depende do tamanho e formato da mão, por exemplo. Nesse caso, a regra de fornecer a mesma luva para todos os boxeadores de uma competição perde a função, já que a luva escolhida pode ser confortável apenas para alguns atletas.

Os resultados encontrados em nosso ensaio mecânico também questionam a utilização de luvas de diferentes pesos para situações específicas de treino. Se a força de impacto entre luvas de mesmo peso, mas de diferentes marcas, são significativamente diferentes, parece não fazer total sentido orientar luvas de mais pesadas, por exemplo, para treinos mais intensos. Dependendo da marca, a proteção oferecida não será a necessária para esses exercícios mais intensos.

Este trabalho tem algumas limitações importantes que fazem com que os resultados devam ser vistos com cautela e não como afirmações definitivas sobre as características das luvas testadas. Primeiro, realizamos um único tipo de ensaio mecânico in vitro com parte da luva para testar sua capacidade de amortecimento ao impacto mecânico. Não foi testado como de fato as luvas se comportam na condição de uso por atletas e, portanto, qualquer inferência dos resultados do presente estudo para a situação real deve ser cuidadosa. Segundo, entrevistamos um número limitado de atletas para determinar quais características das luvas são mais importantes para eles. Terceiro, as luvas testadas mecanicamente neste estudo não foram avaliadas pelos atletas, portanto somos incapazes de fazer qualquer observação sobre as características destas luvas e como elas se enquadram nos critérios levantados pelos entrevistados.

A partir dos nossos resultados desse estudo é possível concluir que o peso não pode ser a única variável utilizada para determinar a proteção oferecida pela luva.

Bibliografia

- Atha J., et al. The damaging punch. British Medical Journal. 1985; 291: 21-28
- Blonstein J.L., Schmid L. Gloves in boxing. Br J Sports Med. 1973; 7: 363-364
- British Standard. Protective equipment for martial arts - Part 1: General requirements and test methods. 2000
- Burgelman R.A., et al. Gestão Estratégica da Tecnologia e da Inovação: Conceitos e Soluções. AMGH. 2013. 134-135
- Butler R.J. Neuropsychological investigation of amateur boxers. BrJ Sp Med. 1994; 28(3): 187-190.
- Clausen H., et al. The risk of chronic traumatic brain injury in professional boxing: change in exposure variables over the past century. Br J Sports Med. 2005; 39: 661–664.
- Dinato R.C., et al. Biomechanical variables and perception of comfort in running shoes with different cushioning technologies. J Sci Med Sport. 2015; 18(1): 93-97.
- Dragu A., et al. Standards and interdisciplinary treatment of boxing injuries of the head in professional boxing on the basis of an IBF World Championship Fight. Med Sci Monit. 2010; 16(12): CS149-152.
- FEDERAÇÃO RIO-GRANDENSE DE PUGILISMO. 2010, disponível em <http://www.boxergs.com.br/espec12.htm>.
- Girodet P., et al. Damping characteristics of nine samples of French boxing gloves. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. 2009; 12(S1): 127–128.

- Golomb J.C. Boxing gloves. 1986, <http://www.google.com/patents/US4603439>.
- Hagen M., et al. Effects of different shoe-lacing patterns on dorsal pressure distribution during running and perceived comfort. *Res Sports Med.* 2010; 18(3): 176-187.
- Hong Y., et al. Changes in running mechanics using conventional shoelace versus elastic shoe cover. *J Sports Sci.* 2011; 29(4): 373-379.
- INTERNATIONAL BOXING ASSOCIATION. Technical and Competition Rules. 1 de setembro de 2008. Disponível em <<http://www.aiba.org/>>.
- Kochhar T., et al. Risk of cervical injuries in mixed martial arts. *Br J Sports Med.* 2005; 39: 444–447.
- Leclerc S., et al. Sport medicine and the ethics of boxing. *Br J Sports Med.* 1999; 33: 426–429.
- Lira C.A.B., et al. Heart rate response during a simulated Olympic boxing match is predominantly above ventilatory threshold 2: a cross sectional study. *Journal of Sports Medicine.* 2013; 4: 175–182.
- Magrini A., et al. Impactos ambientais causados pelos plásticos: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos. Editora E-papers. 2012. 73-75.
- Matteucci H. Boxe – Mitos e História. Ed Hemus. 2007. 11-14.
- Mundermann A., et al. Relationship between footwear comfort of shoe inserts and anthropometric and sensory factors. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(11): 1939–1945.
- Noble C. Hand injuries in boxing. *Am J Sports Med.* 1987; 15(4): 342-346.

- Nomikos N.N., et al. The first sport injuries in the history of medicine. Arch Med Sci. 2010; 6(1): 1-3.
- Pettersson S., et al. Practices of Weight Regulation Among Elite Athletes in Combat Sports: A Matter of Mental Advantage? Journal of Athletic Training. 2013; 48(1): 99-108.
- Rainey C.E. Determining the prevalence and assessing the severity of injuries in mixed martial arts athletes. North American Journal of Sports Physical Therapy. 2009; 4(4): 190-199.
- Reljic D., et al. Rapid Weight Loss and the Body Fluid Balance and Hemoglobin Mass of Elite Amateur Boxers. Journal of Athletic Training. 2013; 48(1): 109–117.
- Schinke R.J. A four-year chronology with National Team Boxing in Canada. Journal of Sports Science and Medicine. 2007; 6: 1-5.
- Vieira S., Freitas A. O que é Boxe – História, regras e curiosidades. Ed. Casa da Palavra (COB Cultural). 2007; Pag 9-32
- Walilko T.J., et al. Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face. Br J Sports Med 2005; 39: 710–719.
- Zazryn T., et al. A prospective cohort study of injury in amateur and professional boxing. Br J Sports Med. 2006; 40: 670–674.
- Zazryn T.R., et al. A 16 year study of injuries to professional boxers in the state of Victoria, Australia. Br J Sports Med. 2003; 37: 321–324.