



Serviço Brasileiro de *Respostas Técnicas*

dossiê técnico

Fabricação de bolas esportivas

JESUS, Abel Ribeiro e colaboradores
Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA

Março/2013
Edição atualizada em mês maio/2022





Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

dossiê técnico

Fabricação de bolas esportivas

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÊCPAR



FIERGS SENAI



SENAI



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Dossiê Técnico	JESUS, Abel Ribeiro de e colaboradores. Fabricação de bolas esportivas Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA 28/3/2013
Resumo	O dossiê traz informações sobre como fabricar bolas esportivas, mencionando as matérias-primas utilizadas e abordando sobre equipamentos e processos necessários para corte (balancim), compressores, prensas, máquina de passar cola, vasador, máquina conformadeira dentre outros.
Assunto Palavras-chave	FABRICAÇÃO DE BOLAS DE QUALQUER MATERIAL ABNT; Associação Brasileira de Normas Técnicas; bola de basquete; bola de beisebol; bola de boliche; bola de futebol; bola de futebol americano; bola de golfe; bola de tênis; bola de vôlei; borracha; couro; elastômero; equipamento; fabricação; INMETRO; Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade; máquina; plástico; polímero; produção
Atualizado por	OLIVEIRA, Sonia Maria Marques de



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que criem obras não comerciais e sejam dados os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Sumário

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVO	6
3. BOLAS DE FUTEBOL	6
3.1 Evolução	5
3.2 Estrutura e matéria-prima	7
3.3 Processo de fabricação	8
3.4 Padrão de qualidade	9
3.5 Teste de desempenho	10
4. BOLAS DE VÔLEI	10
4.1 Evolução	10
4.2 Estrutura e matéria-prima	11
4.3 Processo de fabricação	11
4.4 Padrão de qualidade	12
5. BOLAS DE TÊNIS	12
5.1 Evolução	12
5.2 Estrutura e matéria-prima	12
5.3 Processo de fabricação	12
5.4 Padrão de qualidade	14
5.5 Teste de desempenho	15
6. BOLAS DE BASQUETE	15
6.1 Evolução	15
6.2 Estrutura e matéria-prima	16
6.3 Processo de fabricação	17
6.4 Padrão de qualidade	17
6.5 Teste de desempenho	18
7. BOLAS DE BEISEBOL	18
7.1 Evolução	18
7.2 Estrutura e matéria-prima	19
7.3 Processo de fabricação	19
7.4 Padrão de qualidade	20
7.5 Teste de desempenho	20
8. BOLAS DE GOLFE	20
8.1 Evolução	20
8.2 Estrutura e matéria-prima	21
8.3 Processo de fabricação	21
8.4 Padrão de qualidade	22
8.5 Teste de desempenho	23
9. BOLAS DE BOLICHE	23
9.1 Evolução	23

9.2 Estrutura e matéria-prima	23
9.3 Processo de fabricação	24
9.4 Padrão de qualidade	24
10. BOLAS DE FUTEBOL AMERICANO	25
10.1 Evolução	25
10.2 Estrutura e matéria-prima	25
10.3 Processo de fabricação	25
10.4 Padrão de qualidade	28
11 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	28
12 NORMAS E REGRAS	30
12.1 Para os processos de fabricação	30
12.2 Para o voleibol, futebol americano, golfe e basquete	30
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	30
REFERÊNCIAS	31

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

Entendemos como esporte o conjunto de atividades que são realizadas por pessoas, individualmente ou em grupos, para seu lazer ou profissionalmente, submetendo-se a regras específicas. A partir do surgimento do primeiro esporte, novas modalidades foram sendo criadas e aceitas pelo público, então, surgiram associações regulamentadoras que os ajudaram a se desenvolver. Na atual configuração, os esportes significam muito mais que uma atividade física: significa saúde e diversão também. Hoje, o esporte se tornou uma forte ferramenta de inclusão social, ajudando a recuperar pessoas e formar indivíduos de caráter e de princípios éticos.

A maioria dos esportes atuais é praticado com um objeto muito conhecido pelas pessoas, as bolas. Isso significa que é impossível pensar em certos esportes como o futebol, o voleibol, o tênis, o beisebol, e até mesmo o futebol americano sem as suas respectivas bolas, apesar da “bola” utilizada no futebol americano diferir um pouco do que estamos habituados. Portanto, para pensar na evolução e perpetuação destes esportes, é estritamente necessário analisar e entender o uso, a evolução e a fabricação de tais bolas, pois atualmente um dos grandes objetivos da ciência é o aprimoramento das diversas modalidades praticadas e o desenvolvimento de estudos e pesquisas voltadas para novas tecnologias em fabricação destas bolas. Sendo assim, antes de adentrarmos nas discussões a respeito das bolas em si, e de sua fabricação, devemos, primeiro, contextualizar brevemente como surgiram alguns esportes.

O futebol de campo, com suas configurações atuais, surgiu na Inglaterra, por volta do século XVII, e foi neste país que o esporte foi organizado e sistematizado. Anteriormente, existiram certas tendências de atividades, em alguns períodos da história, que se assemelhavam a esta modalidade. Inicialmente, o futebol era praticado apenas por filhos da nobreza, que utilizavam bolas de couro rústicas, enchidas com ar. Aos poucos o futebol foi se popularizando, se difundindo e surgiram as primeiras federações e competições formalizadas. No Brasil, o futebol chegou através de um viajante nativo que havia retornado da Inglaterra, trazendo consigo uma bola e um conjunto de regras até então bastante confusas, que deram origem ao esporte mais popular do país. Atualmente, a instituição que rege e comanda o futebol em todo o mundo é a *Fédération Internationale de Football Association* – FIFA (HISTÓRIA do futebol, 2012).

Já o voleibol é oriundo dos EUA, e foi criado por um professor e diretor de educação física que idealizou um esporte técnico, em que não houvesse contato físico entre os praticantes. Inicialmente, este esporte não contava com uma bola própria, sendo praticado com uma câmara de uma bola de basquete e a rede utilizada era na verdade de tênis, sendo essa adaptada para as condições do voleibol. Entretanto, devido a sua posterior propagação, o esporte foi aprimorado gradativamente, e bolas e redes próprias para a prática do mesmo foram criadas. Atualmente, a entidade mundial que regulamenta e coordena a prática do voleibol é a *Fédération Internationale de Volleyball* – FIVB (HISTÓRIA do voleibol, 2012).

O futebol americano, a exemplo do voleibol, surgiu nos EUA, como uma variação de uma modalidade mais antiga surgida na Inglaterra, o *rugby*. Fatos indicam que essa modalidade surgiu dentro de uma partida nada convencional entre duas universidades norte-americanas em meados do século XIX: enquanto um time utilizava as regras do *rugby*, o outro jogava ao estilo do futebol europeu. Portanto, após ser feita uma espécie de mescla entre as diferentes regras, surgiu, ainda que simplificado, o futebol americano. (RONDINELLI, 2013)

Há divergências sobre a origem do beisebol. Uma corrente acredita que o esporte seja de origem inglesa, derivando de um jogo semelhante chamado “rounders” que já era praticado no século XVIII na Inglaterra. Outros acreditam que o beisebol foi criado por Abner Doubleday, em Nova York, Estados Unidos, em 1839. Contudo, foram encontradas descrições de um esporte com bola e taco em documentos franceses que datam do século XIV. O primeiro jogo oficial dessa modalidade ocorreu em 1846, na cidade de Nova York. A

modalidade é muito popular em países da América do Norte e Central. No Brasil, o beisebol foi difundido principalmente por norte-americanos que residiam e trabalhavam no país. No início do século XX ele começou a ser praticado em São Paulo e em 1936 ocorreu o primeiro campeonato brasileiro de beisebol. (COB, [200-?]).

A história do esporte começa na França do século XII. A maioria dos estudiosos acredita que a atividade começou como uma brincadeira entre monges franceses, chamada *jeu de paume* (jogo da palma). Ao longo do tempo, muitas inovações foram incorporadas. A bola deixou de ser arremessada contra o muro e o jogo passou a ser praticado num retângulo demarcado. O novo esporte caiu no gosto da nobreza francesa e em pouco tempo as quadras se multiplicaram mesmo a contragosto dos governantes e da Igreja Católica. A atividade também ganhou grande popularidade na Inglaterra. Os reis Henrique VII e Henrique VIII eram grandes entusiastas do jogo. Com a destruição das quadras durante as guerras napoleônicas, o esporte desapareceu e só voltou a ser amplamente praticado no meio do século XIX, já com o atual nome. Após a modalidade ter se espalhado pela Europa, Wimbledon abrigou o primeiro torneio internacional. O sucesso do tênis fez com que ele fosse incluído nos primeiros Jogos Olímpicos da Era moderna, em Atenas 1896. Devido às rígidas regras criadas pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), o esporte foi excluído do programa olímpico entre 1928 e 1988. Atualmente existem inúmeros torneios e campeonatos de tênis espalhados pelo mundo, sendo que a federação internacional que rege o esporte é conhecida como *International Tennis Federation – ITF* (COB, [2000?]) 2008).

Além destes esportes, podemos citar também o basquete, em que acredita-se ter surgido no ano de 1891, nos EUA, mais precisamente na cidade de Springfield, Estado de Massachusetts. O esporte foi criado por um professor de educação física da associação cristã da cidade e o primeiro jogo ocorreu no ano seguinte, na própria associação. Gradativamente regras foram sendo criadas e o esporte foi ganhando cada vez mais força, de maneira a difundir-se pelos EUA. No começo do século XX o basquete começou a se espalhar pelo mundo. Ligas e federações começaram a surgir e organizar melhor o esporte, surgindo campeonatos e torneios mundiais, profissionalizando cada vez mais o basquete até ser incluído nos jogos olímpicos. É bastante praticado atualmente no mundo todo, principalmente no EUA, cuja liga nacional, a NBA, é destaque em todo o planeta. Em âmbito mundial o esporte é regulamentado pela *International Basketball Federation – FIBA* (RAMOS, 2020).

De fato, foi na cidade de St Andrews, na Escócia, que as primeiras regras foram estabelecidas em 1754. Mas algumas pesquisas revelam que antes disso um esporte semelhante era praticado sob o nome de “colf” ou “kolven” na Holanda e chegou nas ilhas Britânicas no século 15. As modalidades de competições e regras datam da segunda metade do século 18, e desde então raramente sofreram alterações. No final do século 19, estabeleceu-se o primeiro torneio para mulheres. O primeiro campo de golfe foi construído na Inglaterra em 1864. Os oficiais escoceses que jogavam golfe nas Forças Armadas Britânica percorreram os quatro cantos do mundo, promovendo a expansão do esporte e sua popularidade. Hoje existem mais de 30.000 campos de golfe e o esporte é praticado por mais de 60 milhões de homens e mulheres em todo o mundo (FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE, [200-?]).

O boliche também possui uma história um pouco ambígua, porém evidências de historiadores indicam que este esporte possa ter tido origem na polinésia, sendo possivelmente o mais antigo dos esportes, envolvendo arremessos de bolas. Aos poucos, o boliche foi sendo difundido e chegando aos países. Cada país, entretanto, foi adaptando certas regras e instituindo um modelo de jogo que mais se adequava a cada realidade. De qualquer maneira, o que se sabe é que assim como em outros esportes, os americanos foram os principais percussores, adotando o jogo e modificando alguns aspectos como, por exemplo, a colocação dos pinos que passou a ser em formato triangular (CBBOL, [200-?]).

Com base na importância que o esporte tem ao longo da história, é de suma importância conhecer como são fabricadas cada tipo de bola esportiva e os seus processos industriais.

2 OBJETIVO

Este dossiê tem como objetivo abordar assuntos que tratam sobre o processo de fabricação de bolas esportivas, tais como: a evolução da bola, os materiais, a estrutura, os equipamentos e as máquinas utilizadas, os padrões e os testes de qualidade. Serão abordados detalhes sobre as bolas dos seguintes esportes: futebol em geral, vôlei, tênis, basquete, boliche, golfe e beisebol.

3 BOLAS DE FUTEBOL

3.1 Evolução

Embora não se tenha muita certeza sobre os primórdios do futebol, historiadores descobriram vestígios dos jogos de bola em várias culturas antigas. Estes jogos de bola ainda não eram o futebol, pois não havia a definição de regras como há hoje, porém demonstram o interesse do homem por este tipo de esporte desde os tempos antigos (HISTÓRIA do futebol, 2012).

Existem vestígios de jogos semelhantes ao futebol na China e Japão antigo; Grécia e Roma em meados do século 1 a.C.; e na Idade Média, onde o jogo era marcado por desordem e violência, devido a falta de regras. Nesse último período, o rei Eduardo II chegou ao ponto de decretar uma lei proibindo a prática do jogo, condenando a prisão dos praticantes. Nesse contexto, a nobreza criou uma modalidade semelhante à proibida, porém com regras que penalizavam o uso da violência. Para que as regras fossem cumpridas, doze juízes se faziam presentes durante a partida (HISTÓRIA do futebol, 2012).

Pesquisadores acabaram por concluir que o futebol saiu da Itália e chegou a Inglaterra por volta do século XVII. Já na Inglaterra, o jogo ganhou regras diferentes e foi organizado e sistematizado. O campo deveria medir 120 por 180 metros e nas duas pontas seriam instalados dois arcos retangulares, o gol. A bola era de couro e preenchida com ar. Assim, com regras claras e objetivas, o futebol começou a ser praticado por estudantes e filhos da nobreza inglesa e, aos poucos, foi se popularizando (HISTÓRIA do futebol, 2012).

Em 1894, Charles Miller trouxe para o Brasil a primeira bola de futebol. Esta era feita de matéria-prima animal: a câmara de ar era uma bexiga de boi revestida por couro curtido, conhecido como “capotão”. No entanto, com esse material, a bola furava facilmente, além de não ser ideal para chutes (ALVES, 200-?).

Depois da introdução da borracha como matéria-prima da bola, o objeto se tornou melhor para o chute, apesar de que cabeceá-la era uma tarefa dolorosa. Esse problema piorava em dias de chuva, pois o couro absorvia água e a bola ficava dura e pesada. Além disso, as bolas deterioravam muito rápido, devido a má qualidade do couro. Apesar desses problemas, as bolas de couro e borracha foram utilizadas até 1958, quando o Brasil foi campeão da sua primeira copa do mundo (ALVES, 200-?).

Apenas em 1994 as bolas se tornaram mais leves, graças à presença de polímeros. O poliuretano (altamente durável e leve) foi utilizado como revestimento. Nas camadas internas, foi empregado o poliestireno; e as câmaras eram de látex. Seguindo essa linha, em 2002, foram acrescentados mais polímeros na confecção da bola. Sob o revestimento de poliuretano se empregou dez camadas de poliestireno e a borracha butílica começou a ser aplicada na câmara. Outro polímero, o Kevlar, foi usado para costurar a bola (ALVES, 200-?).

Em 2004, novamente a tecnologia inovou a fabricação das bolas de futebol. Os gomos das bolas utilizadas nas Olimpíadas de Atenas eram unidos por ligação térmica em vez de costuras, o que fez com que ela se tornasse praticamente impermeável (ALVES, 200-?).

Atualmente, existem bolas com diversas tecnologias, sendo que o seu refinamento é diretamente proporcional ao preço da mesma. As bolas mais baratas geralmente são costuradas em máquinas ou simplesmente coladas, feitas de couro sintético de PVC, ou material semelhante, sem tecnologia de resistência a impactos e impermeabilidade à água. Já as mais caras e sofisticadas são fabricadas com couro sintético de poliuretano, ou material semelhante, com gomos ligados por fusão e diversas tecnologias de maciez, impermeabilidade etc. (ALVES, 200-?).

3.2 Estrutura e matéria-prima

Como consequência da evolução da bola de futebol, tanto a matéria-prima utilizada quanto o processo de montagem das “redondas” sofreram diversas mudanças. As bolas produzidas atualmente são subdivididas em 4 partes: carcaça de cobertura, costura, forros internos e bexiga (câmara de ar). Não existe um padrão de material a ser utilizado nessas partes. A escolha do material depende da marca e da qualidade da bola (PEARSON, 2019, tradução nossa).

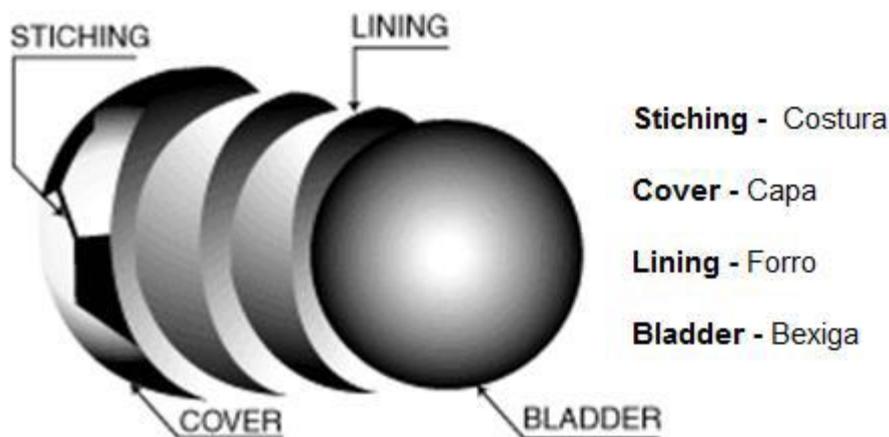


Figura 1 – Estrutura da bola de futebol
Fonte: (PEARSON, 2019, tradução nossa)

- **Carcaça de cobertura:** na produção do couro sintético são utilizados, principalmente, o poliuretano (PU): AI-2000, Teijin Cordley (japonês), microfibr, *porvair* (inglesa), *ducksung* (coreana), couro sintético paquistanês e PVC (policloreto de vinil), os quais diferem com relação à maciez e resistência a grandes impactos e à água. Nas melhores competições, as bolas que são utilizadas têm a carcaça de AI-2000, *Cordley*, *ducksung*, microfibr ou outros tipos de couro sintético de PU. Já as bolas de menor qualidade, utilizadas para o lazer, são geralmente de PVC ou borracha de cobre (moldadas ou costuradas) (PEARSON, 2019, tradução nossa);
- **Costura ou colagem:** realizada de diversas maneiras. Os painéis (carcaça de cobertura em gomos) podem ser costurados a mão ou em máquinas, colados ou termicamente moldados. As bolas são costuradas com fios de poliéster, como o 5-ply. Aquelas que são costuradas a mão geralmente tem costuras mais fortes e apertadas, sendo geralmente mais caras. As coladas costumam ser mais baratas e são, de preferência, utilizadas para jogar em quadras ásperas, pois, quando costurada, o atrito com o chão costuma romper os pontos da costura (PEARSON, 2019, tradução nossa);
- **Forros internos:** são as camadas que se situam na parte intermediária da bola, entre a bexiga e a carcaça de cobertura. As bolas profissionais têm, em média, quatro camadas de forro interno composta por poliestireno e borracha natural, as quais melhoram a velocidade e precisão. Já as amadoras costumam ter menos camadas, que são feitas de poliéster e/ou algodão laminado, as quais servem para dar força a estrutura da bola, além de controlar melhor a deformação (PEARSON, 2019, tradução nossa);

- **Bexigas:** são normalmente feitas de látex ou butilo. Comparando-se os dois materiais, o butilo retém ar durante períodos de tempo mais longos e as bexigas de látex tendem a fornecer melhor tensão superfície. No entanto, bexigas butílicas oferecem excelente combinação de qualidade de contato e retenção de ar. As bexigas das bolas de *futsal* são preenchidas com espuma, para limitar a capacidade do salto da bola, uma vez que são utilizadas em um pavimento rígido (PEARSON, 2019, tradução nossa).

3.3 Processo de fabricação

- Inicia-se a fabricação da bola de futebol de campo ou *futsal* com a confecção da bexiga. O material utilizado (látex ou butilo) é colocado em moldes de semiesfera, as quais são juntadas duas a duas, dotadas de válvula de ar, preferencialmente em borracha natural com miolo substituível, em alta temperatura. Após serem coladas termicamente, são resfriadas para que fiquem flexíveis e maleáveis. Ressalta-se, novamente, que a bexiga da bola de *futsal* contém espuma no seu interior, o que faz com que esta seja mais pesada e salte menos que a de futebol de campo (WOODWARD, 2013; CASTRO, 2002).
- O couro sintético é estendido sob uma máquina de corte, a qual já está programada para cortar o couro no formato desejado, geralmente hexagonal. Estes devem ser igualmente espaçados e de dimensões idênticas entre si, com o objetivo de melhorar as características aerodinâmicas da bola durante sua trajetória, sem desvios, acarretando em grande precisão no movimento da mesma. Caso seja colocado algum forro interno com alta resiliência, grande alongamento e elasticidade, esses devem ser acoplados ao couro antes do corte (WOODWARD, 2013; ESTEFANO, 2003a; ESTEFANO, 2003b).



Figura 1 – Máquina de corte para o formato dos gomos

Fonte: (GONZAGA..., 2010)

Depois do corte, os painéis devem ser pintados com a marca e/ou design planejado, e, caso deseje, utilizando uma mesa de serigrafia (WOODWARD, 2013).

Após essas etapas, existem três caminhos diferentes, dependendo de como a bola vai ser estruturada: colando (1), costurando (2) ou termicamente soldando os painéis (3):

1. Caso seja utilizada a colagem, a bexiga deve ser cheia de ar e ser totalmente coberta por uma camada de cola. Após isso, os painéis devem ser colados um a um manualmente, até que toda a bexiga seja coberta (WOODWARD, 2013);



Figura 2 – Colagem das bolas de futebol
Fonte: (GONZAGA..., 2010)

2. Os painéis devem ser costurados um a um, manualmente ou com o uso da máquina, deixando apenas um sem costurar junto aos outros. O último painel deve ser costurado na própria bexiga, junto à válvula de troca de gás, dessa forma há espaço para que a bexiga seja introduzida na carcaça de painéis e, feito isso, deve-se costurar o último gomo, fechando a bola (WOODWARD, 2013);



Figura 3 – Costura da bola
Fonte: (PBWORKS, [2007])

3. Os painéis das bolas termo soldados geralmente não são na forma hexagonal: costumam ser maiores e em formato semelhante a retângulos. Após preencher a bexiga de ar, esses painéis são colocados em volta dela na forma desejada e são levados a um molde atuando em alta temperatura. Por volta de 12 minutos, os painéis já estão termicamente soldados (WOODWARD, 2013).



Figura 4 – Termovulcanização das bolas de futebol
Fonte: (GONZAGA..., 2010)

3.4 Padrões de qualidade

Para garantir a maior qualidade possível para bolas de futebol de campo e futsal, e para fazer com que seja reconhecida em todo o mundo, a FIFA introduziu o seu conceito de qualidade. As bolas são testadas em um laboratório e apenas as que atingem os altos

padrões da FIFA recebem um dos logotipos de qualidade dessa instituição: “*FIFA INSPECTED*” ou o padrão mais alto “*FIFA APPROVED*”. Para receber esses logotipos, as bolas podem passar pela conferência de três padrões de qualidade (FIFA QUALITY PRO, FIFA QUALITY ou FIFA BASIC) (FIFA, 2021). Na tabela1 apresenta-se os requisitos de qualidade para as três categorias.

Tabela 1 – Requisitos técnicos de qualidade para obtenção do selo FIFA.

Tests	Outdoor				
					
	Size 5	Size 5	Size 5	Size 4	Size 4
FIFA Football Test 01 1. Circumference [cm]	68.5 – 69.5	68.0 – 70.0	68.0 – 70.0	63.5 – 66.0	63.5 – 66.0
FIFA Football Test 02 2. Sphericity max. [%]	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8
FIFA Football Test 03 3. Rebound height [cm] • At 20° C (room temp.) • At 5° C • Difference between highest and lowest rebound of the 3 tested balls	135 – 155 min. 125 10	125 – 155 min. 115 10	125 – 155 min. 115 10	110 – 160 min. 110 10	110 – 160 min. 110 10
FIFA Football Test 04 4. Water absorption [%] (base: initial weight) • Max. absorption	10	10	10	10	10
FIFA Football Test 05 5. Weight [g]	420 – 445	410 – 450	410 – 450	350 – 390	350 – 390
FIFA Football Test 06 6. Loss of pressure [%]	20	25	25	25	25
FIFA Football Test 07 7. Shape/size retention • Circumference (change) • Sphericity • Pressure (change) • Seams/valve	max. 1.5cm max. 1.5% max. 0.1bar no damage	max. 1.5cm max. 1.8% max. 0.1bar no damage	–	–	–
FIFA Football Test 09 8. Material analysis	Complete information	Complete information	Complete information	Complete information	Complete information

Fonte: (FIFA, 2021)

3.5 Teste de desempenho

Uma bola de futebol padrão de acordo com os padrões da FIFA é composta por 32 painéis (20 hexágonos e 12 pentágonos) em tamanho 5, 4,3. Em primeiro lugar, as folhas de couro sintético são laminadas com camadas de algodão e poliéster para reforçar a força da bola, depois as folhas são cortados em formas hexagonais e pentagonais. Dentro da bola é colocada uma bexiga, as lâminas geralmente são feitas de látex ou butil. Após o corte dos painéis, a serigrafia é feita nas peças de acordo com o design e os requisitos dos clientes. Em seguida, os painéis são costurados à mão com Furos de Ponto Pré Puches junto com uma bexiga dentro dos painéis, desta forma 32 Painéis são mantidos por 720 pontos em uma bola de futebol. (FIFA Balls, [20--])

A bola usada no futebol (soccer) é chamada de futebol (ou bola de futebol). A Lei 2 do jogo especifica que a bola é uma esfera cheia de ar com uma **circunferência** de 68–70 cm (ou 27–28 polegadas), um **peso** de 410–450 g (ou 14–16 onças), inflada a uma **pressão** de 60–110 kPa (ou 8,5–15,6 psi), e coberto com couro ou “outro material adequado. O peso especificado para uma bola é o peso seco: bolas mais velhas muitas vezes se tornam significativamente mais pesadas no decorrer de uma partida disputada em clima úmido. A bola padrão é um **Tamanho 5**. (FIFA Balls, [20--])

Os sete testes que uma bola de futebol tem que passar para receber uma marca de qualidade FIFA.

- Teste de circunferência

- Teste de arredondamento permanente
- Teste de rebote uniforme
- Teste de absorção de água
- Teste de peso perfeito
- Teste de perda de pressão mínima
- Retenção de forma e tamanho (FIFA Balls, [20--])

4 BOLAS DE VOLÊI

4.1 Evolução

- O voleibol, primeiramente chamado de *minnonette*, foi criado pela demanda de um esporte que não fosse muito cansativo para os seus praticantes, quando comparado ao basquete. Baseando-se no *handball* e no tênis, William G. Morgan, professor de educação física, criou um esporte no qual a bola deveria ser passada por cima de uma rede de 1,90 m de altura, por meio de toques com a mão (VOLEIBOL, [200-?]).
- O primeiro problema encontrado foi a dificuldade de se descobrir qual seria bola ideal para a prática do esporte. Primeiramente foi utilizada a bola de basquetebol - esporte mais praticado da época - porém essa era muito pesada. Após esse primeiro teste, tentou-se jogar com apenas a câmara da bola de basquetebol, mas também não deu certo. Sendo assim, William Morgan requisitou a uma empresa de materiais esportivos, a A.G. Spalding & Brothers, que confeccionassem uma bola para o esporte e assim foi criada a primeira bola de voleibol (Fig. 5) (VOLEIBOL, [200-?]).

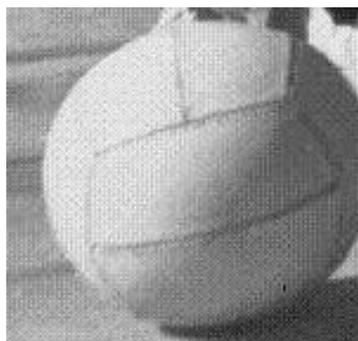


Figura 5 – Primeira bola de vôlei
Fonte: (VOLEIBOL, [200-?])

A primeira quadra de Voleibol tinha as seguintes medidas: 15,24m de comprimento por 7,62m de largura. A rede tinha a largura de 0,61m. O comprimento era de 8,235m, sendo a altura de 1,98m (do chão ao bordo superior). A bola era feita de uma câmara de borracha coberta de couro ou lona de cor clara e tinha por circunferência de 63,7 a 68,6 cm e seu peso era de 252 a 336g. (HISTÓRIA do voleibol, [20--?])

A bola de vôlei necessariamente deve pesar entre 260 e 280 gramas e medir de 65 a 67 centímetros de circunferência para atender às normas da Federação de Vôlei. A sua pressão, por sua vez, deve ficar entre 294 (4,3 lbs) e 318 milibares (4,7 lbs). Esta alta pressão lhe permite mover-se rapidamente por longas distâncias enquanto a bola “viaja”. (COMO escolher..., 2017)

4.2 Estrutura e matéria-prima

A bola de Voleibol oficial será esférica, dotada de uma capa flexível de couro ou couro sintético, além de uma câmara interior feita de borracha ou material similar (COSTA, 2022).

O couro sintético é feito de cloreto de polivinilo (PVC), um polímero derivado do petróleo. Esse PVC é um polímero leve (1,4 kg/L), de fácil manuseio e aplicação; resistente a ação de fungos, bactérias, insetos, etc. É resistente à maioria dos reagentes químicos, além de ser

bom isolante térmico, elétrico e acústico; sólido e resistente a choques; impermeável a gases e líquidos; reciclável e fabricado com baixo consumo de energia (VOLEIBOL, [200-?]).

A borracha, utilizada na fabricação das câmaras, é um material feito a partir do látex, que é extraído da seringueira. Ela é basicamente composta do polímero poliisopreno, cuja fórmula é $(C_5H_8)_n$. A borracha é sólida, resistente à deformação por compressão e à abrasão, sendo também insolúvel em água (VOLEIBOL, [200-?]).

4.3 Fabricação da bola

O primeiro passo para se fabricar uma bola de voleibol é a seleção do material que a cobrirá. É utilizada uma manta de couro sintético, que é levada para uma máquina de onde sairão os gomos. Para que a máquina faça o corte certo, é necessário um molde que vai por debaixo da manta (informação verbal em 27/02/2013).

Após cortados os 32 gomos que irão ser utilizados na bola, eles são passados para a fase de estampagem. Neste caso, a técnica utilizada é a serigrafia, na qual o gomo é colocado em cima de uma tábua e uma tela furada é posicionada sobre o gomo – os furos são o desenho desejado – e então é aplicada tinta na tela. Depois disso, os gomos saem como o desejado (informação verbal em 27/02/2013).

Já pintados, os gomos são costurados uns aos outros, à mão, deixando apenas um buraco na bola. Nesse processo, a câmara de ar é colocada após a costura da capa, por esse furo. Com a bola em sua estrutura certa – câmara por dentro e capa por fora – o objeto é completamente costurado (informação verbal em 27/02/2013).

Finalmente, a bola é preenchida de ar. Após ganhar um formato esférico, inicia-se a fase da moldagem. A bola é posicionada em uma máquina e é injetado ar nela. O processo continua até que a pressão dentro da mesma atinja 20 psi. Depois disso, finalmente, a bola é esvaziada até uma pressão de 12 psi e está pronta para ser comercializada (informação verbal em 27/02/2013).

4.4 Padrões de qualidade

Segundo a Confederação Brasileira de Voleibol – CBV, a bola para a prática do esporte deve ser esférica e com capa de couro. A câmara deve ser feita de borracha ou material similar e deve ser de cor clara e uniforme ou uma combinação de cores. Para competições internacionais, a bola deve obedecer às regras da FIVB: circunferência entre 65 cm a 67 cm; peso de 260 g a 280 g. A pressão interna deve estar entre 0,423 e 0,45 bar (A BOLA no..., 2011).

5 BOLAS DE TÊNIS

5.1 Evolução

As primeiras bolas de tênis datam do século XV e eram feitas de materiais diferentes, a maioria de couro recheado com pêlos de cavalo e lã. Os artesãos escoceses usaram o estômago de uma ovelha ou cabra que eles embrulharam com lã e amarraram com uma corda. No século XVIII, tiras de lã foram enroladas em torno de um núcleo feito de cortiça. Bolas de tênis com núcleo de cortiça e cobertura de pano ainda são usadas no jogo original de tênis, conhecido como *Real Tennis*. (SOBRE... [200-]).

Em 1870, a borracha vulcanizada foi usada pela primeira vez para fabricar bolas de tênis. Os alemães eram bem conhecidos por desenvolverem bolas de borracha com enchimento de ar vulcanizado. Melhorias constantes estavam sendo feitas para a bola, envolvendo flanela em torno de suas superfícies e depois usando um feltro no exterior. Bolas de tênis pressurizadas começaram a ser fabricadas e estão sendo usadas hoje. (SOBRE..., [200-])

5.2 Estrutura e matéria-prima

A lã derivada do pelo da ovelha, que depois de ser tosquiada e processada industrialmente possui diversas aplicações, principalmente na indústria têxtil, serve também para a fabricação de bolas de tênis. Este material atua, inclusive, como isolante térmico e mantém a temperatura da melhor forma se comparada a tecidos sintéticos. Já o náilon faz parte das famílias das poliamidas, sendo a primeira fibra têxtil sintética produzida possuindo inúmeras aplicações no nosso cotidiano. É obtida a partir de complexas reações químicas envolvendo ácidos carboxílicos e aminas (SOUZA, 2013).

Já a borracha natural é um produto primário da coagulação do látex das seringueiras. Entretanto, atualmente é utilizada com enorme frequência a borracha sintética, que pode ser produzida a partir de derivados do petróleo, sendo que tanto uma quanto a outra tem como polímero fundamental o poli-isopreno, diferenciando-se apenas pela adição de pigmentos e processos de vulcanização (LORENA, 2009).

5.3 Processos de fabricação

A borracha usada nas bolas de tênis é chamada de borracha de folha defumada com nervuras, que vem das seringueiras da Tailândia. O composto requer aproximadamente 3 dias para ser feito, chamado *slug*, que é então moldado em meias conchas. As lesmas são solidificadas em meias conchas aquecendo-as a 316 graus Fahrenheit e sob a pressão de 160 kg/sq.cm. (HOW... [200-?]) (Fig.6).

No primeiro passo, a borracha é prensada em moldes de ferro e ganha o formato de uma concha (COMO são feitas..., 2018; PERSIANI, 2020).



Figura 6 – Preparação da borracha
Fonte: (HOW... [200-?])

Essas meias conchas são então moldadas e colocadas em prensa hidráulica que se combina para criar um núcleo. Durante este processo é curado o adesivo que aquece e arrefece o núcleo. Deve-se notar que, se não for resfriado a 127 graus Fahrenheit, o núcleo pode explodir ao abrir a máquina. (HOW... [200-?]) (Fig.6)

Na fase seguinte, uma pastilha de nitrogênio é colocada no meio de duas conchas de borracha, que são unidas por uma cola especial. Para reforçar a junção, as duas metades são fundidas em uma prensa a 200 °C, durante uma etapa conhecida como vulcanização. Com o calor, a pastilha de nitrogênio explode, liberando o gás que enche a bolinha (COMO são feitas..., 2018)



Figura 7 – Núcleo da bola de tênis
Fonte: (HOW... [200-?])

Uma máquina de corte automatizada corta painéis de cerca de 8 cm de largura e 23 cm de comprimento. Quando o corte dos feltros é feito, eles são mergulhados em um adesivo, que ajuda a aderir ao núcleo. (HOW... [200-?]) (Fig.8).

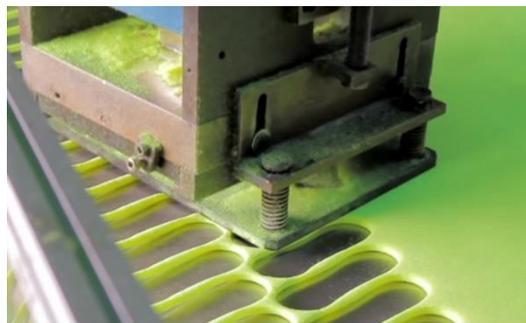


Figura 8 – Corte do feltro
Fonte: (HOW... [200-?])

Usando uma máquina sofisticada, os feltros são então aplicados no núcleo. Com cerca de duas polegadas de largura e seis polegadas de comprimento, os moldes de feltro são arredondados em ambas as extremidades “como uma fenda”. (HOW... [200-?]) (Fig.9).

Com a bolinha cheia, falta revestir sua parte externa com o feltro, um tecido formado por náilon e lã amarela. Primeiro dois pedaços de feltro são cortados e colados com uma massinha branca. Depois, a bolinha passa por nova vulcanização para grudar melhor o feltro e a massinha à bola. (COMO são feitas..., 2018)

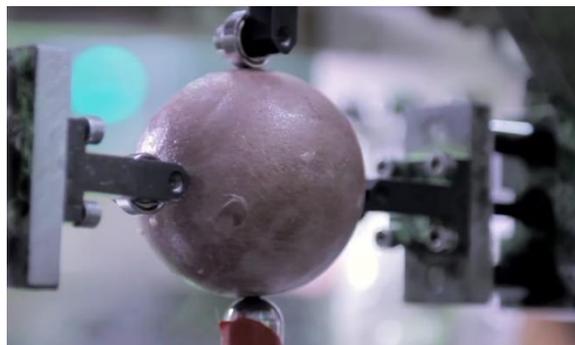


Figura 9 – Aplicação do feltro
Fonte: (HOW... [200-?])

A cura final é então feita para aquecer para que o adesivo no interior se ligue bem ao painel. O produto que sai é comprimido e parece esmagado ali para um banho de vapor é dado usando uma máquina chamada “fluffer”. (HOW... [200-?])



Figura 10 – Produto final

Fonte: (HOW... [200-?])

O logotipo é então impresso em cada bola e embalado em recipientes pressurizados. Quando o processo de fabricação termina, a pressão da bola cai para 12 psi (pressão), portanto, as latas são pressurizadas 2 psi (pressão) a mais que a bola, pois uma lata retém ar 50 vezes melhor que a bola.. (HOW... [200-?]). (Fig. 10).

No passo final, as bolinhas são embaladas em tubos de plástico selados a vácuo, para evitar qualquer perda de pressão antes da chegada às quadras. Em torneios profissionais, uma bolinha não é usada por mais que 9 pontos. Basta esse curto período para que surjam pequenas deformações na superfície da bolinha, prejudicando o jogo dos melhores do mundo. (COMO são feitas..., 2018).

Na página do “How Tennis Balls are Made”

(<https://www.engineeringworldchannel.com/tennisballs/>), você pode assistir um vídeo sobre o processo de fabricação acima descrito.

5.4 Padrões de qualidade

De acordo com a Confederação Brasileira de Tênis – CBT ([200-?]), entidade que regulamenta a prática do esporte no Brasil, as bolas de tênis devem possuir uma superfície externa composta por tecido uniforme, na cor branca ou amarela, não apresentando qualquer emenda ou costura. Apresenta-se a seguir algumas especificações que, de acordo com a CBT, as bolas devem estar enquadradas:

- **Massa:** as bolas de tênis devem possuir uma massa superior a 56,0 gramas e inferior a 59,4 gramas;
- **Quique:** as bolas devem possuir um quique superior a 1346,2 mm e menos que 1473,2 mm, quando lançadas de uma altura de 2540 mm sobre uma superfície plana e rígida;
- **Diâmetro:** o diâmetro das bolas de tênis deve ser de 60 mm a 90 mm;
- **Densidade:** a densidade de uma bola de tênis deverá estar de 230kg/m³ a 540kg/m³;
- **Espessura do material têxtil:** a espessura da camada têxtil ou simplesmente o feltro da bola deve possuir uma espessura de 0,5 a 5 mm;
- **Densidade do material têxtil:** deverá ser de 150kg/m³ a 250kg/m³ (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TÊNIS, [200-?]).

Além disso, é importante ressaltar que existem basicamente três tipos de bolas, de acordo com Confederação Brasileira de Tênis ([200?]):

- **Bola Tipo 1** (rápida) é recomendada para ser usada em superfícies de velocidade baixa
- **Bola Tipo 2** (velocidade média) é recomendada para ser usada em superfícies velocidade média-baixa, média e média-alta
- **Bola Tipo 3** (lenta) é recomendada para ser usada em superfícies de velocidade alta.

O tipo de piso é muito importante para o tenista, pois é capaz de mudar completamente o ritmo das partidas, sendo necessárias estratégias diferentes para cada um dos tipos. A

prova disto é que dentro do circuito mundial existem tenistas especializados em um tipo quadra que acabam decepcionando em outros tipos.

O tênis pode ser disputado em três tipos de quadra:

- Quadras de **saibro**: piso é feito de uma mistura de terra batida com pó de telha.
- Quadra **rápida**: com piso sintético, de cimento, carpete ou asfalto.
- Quadra de **grama**.

5.5 Testes de desempenho

A melhor bolinha de tênis é aquela capaz de armazenar pressão por mais tempo e com habilidade perfeita de quicar. Por isso, é preciso garantir as especificações exigidas pela ITF (Federação Internacional de tênis): peso máximo entre de 56,7- 58,5 gramas, diâmetro de 2.575-2.675 polegadas. Por último, as “deformações de avanço e retorno”, ou seja, a mudança no diâmetro da bola sob uma carga crescente e decrescente de 8.165 kg, movimento da bola enquanto é arremessada, rebatida e quica em quadra. (FARIAS, 2020)

Critérios a serem observados:

- Durabilidade
- Feltro e núcleo
- Tipo de quadra
- Pressão da bola
- Tipo de bola

6 BOLAS DE BASQUETE

6.1 Evolução

O basquetebol é um esporte coletivo criado nos Estados Unidos e praticado em todo o mundo. Seu nome (*basketball*) está relacionado com dois de seus elementos principais: a cesta (em inglês, *basket*) e a bola (*ball*). O basquete foi inventado nos Estados Unidos da América no início de dezembro de 1891, na Associação Cristã para Moços (YMCA) de Springfield, Massachusetts, pelo professor canadense James Naismith (1861-1940). O primeiro jogo de basquete foi realizado com uma bola de futebol e o primeiro modelo de cesta possuía um fundo. Assim, a cada ponto, era necessário subir em uma escada para resgatar a bola. O primeiro jogo oficial de basquete ocorreu em 20 de janeiro de 1892, em Nova Iorque. A bola evoluiu e perdeu seus cadarços para o fechamento da costura. Isso possibilitou os passes picados e, posteriormente os dribles. A bola de basquete permaneceu marrom até a década de 1950, quando assumiu a cor laranja para facilitar a sua visualização pelos atletas e espectadores. Em 1946, foi criada a NBA (então, BAA), a liga de basquete dos Estados Unidos, principal campeonato até hoje. Pela NBA, jogaram os principais nomes do basquete mundial. (HISTÓRIA do..., [200-?])

O Brasil foi um dos primeiros países do mundo a conhecer o esporte. Em 1896, um professor americano chamado Augusto Shaw foi convidado para lecionar no Colégio Mackenzie em São Paulo e introduziu o jogo no país. Os primeiros torneios de basquete aconteceram em 1912 e o primeiro clube a adotar a modalidade foi o time do América do Rio de Janeiro, no ano seguinte. A primeira liga de basquete aconteceu em 1919, também no Rio de Janeiro, e foi vencida pelo Flamengo. Já a primeira seleção brasileira convocada para um torneio ocorreu em 1922. O Brasil disputou jogos contra a Argentina e o Uruguai e sagrou-se campeão. (HISTÓRIA do..., [200-?])

A primeira bola de basquete ainda foi produzida em 1891, pela *A. C. Spalding & Brothers*, e tinha o diâmetro ligeiramente maior do que uma bola de futebol. - As cestas originais eram “fechadas” e toda vez que um time fazia ponto, as bola tinham que ser retiradas do aro. Os primeiros cestos sem o fundo foram desenhados em 1892, e consistiam em cilindros de

madeira com bordas de metal. No ano seguinte, a cesta como conhecemos atualmente foi criada: bordas de metal com uma rede nele pendurada. Primeiramente, foi colocada uma corda no fundo para amarrar a rede - que poderia ser liberada com o puxar do fio - mas o objeto foi suspenso e a bola passou a cair livremente. As tabelas foram oficialmente incluídas aos 1895. - O basquete foi incluído em 1896 nos Jogos Olímpicos de Berlim. (ASSIS, 2017)

6.2 Estrutura e matéria-prima

Em geral, as bolas de basquete são constituídas de uma bexiga produzida a partir de borracha de butilo, que se trata de um composto polimerizado em solução de isobutileno, envolvendo também borracha reciclada. Assim sendo, a bexiga é revestida por uma camada de fio, que pode ter como matéria-prima o náilon. A bexiga também pode ser composta por poliéster, que também pertence a uma categoria de polímeros (Fig.11) (POLIÉSTER, 2013, GOMES, [200-?]).

Já o revestimento exterior da bola é feito a partir de borracha sintética, que é um dos derivados do petróleo, e pode ser obtida por meio de processo industrial. Em alguns casos, o revestimento pode ser feito também a partir do couro, que possui diversas formas de obtenção (QUAL é..., 2012).



Figura 11 – Estrutura interna de uma bola de basquete

Fonte: (SPALDING, [200-?])

6.3 Processos de fabricação

O processo de fabricação das bolas de basquete tem início com a produção e modelagem da bexiga. Para tal processo, é usada a borracha de butilo junto à borracha reciclada. Esta composição é fundida em um funil de uma prensa e em seguida vai para um cortador do tipo guilhotina, onde são realizados cortes em forma de folhas longas. Depois de realizados esses procedimentos, utiliza-se uma prensa de punção, que é responsável por realizar um furo que manterá o tubo de ar para insuflar a bexiga (HOLMES, 2013, tradução nossa).

As folhas produzidas seguem aos pares para transporte e continuam até uma linha de montagem, para que seja feita a inserção do tubo de ar. Depois disso, são ligadas as extremidades das folhas para que seja feita a costura na bexiga. Na sequência, a bexiga é encaminhada para uma máquina de vulcanização, que é o processo de aquecimento da borracha, sob pressão, e tem a finalidade de aprimorar suas propriedades como a flexibilidade e durabilidade. Esse aquecimento veda a borracha, para que o ar permaneça dentro da bexiga. Finalizado esse processo, as bexigas estão concluídas e seguem para uma câmara de retenção onde são armazenadas por volta de 24 horas (HOLMES, 2013, tradução nossa).

Após serem retidas dentro da câmara, as bexigas aprovadas e aptas partem para a etapa de entrelaçamento, onde será formada a carcaça da bola. Máquinas carregadas com bobinas de fios de *nylon* – ou poliéster – envolvem as bexigas. Essas, que antes possuíam

um formato um pouco irregular, começam a assumir melhores formatos, com fios precisamente controlados, de maneira a moldar da melhor forma possível as bolas. É importante ressaltar que a qualidade do fio e o número de fios são fatores principais para determinar o custo e a qualidade das bolas de basquete. O basquete praticado nas ruas, por exemplo, possui uma carcaça feita com voltas múltiplas de três vertentes de fios de poliéster. Já as bolas usadas por torneios profissionais possuem suas carcaças construídas a partir de fios de *nylon* enrolados. Terminado esse processo, o corpo bexiga-carcaça segue por tubos de ar para a próxima etapa, onde serão unidas as capas ou envoltório externo das bolas (HOLMES, 2013, tradução nossa).

Para confeccionar o envoltório externo, tabelas de borracha colorida são desenroladas de um rolo contínuo. Esta borracha ainda está desprovida de *pebbings* (pequenas saliências), que caracterizam a superfície das bolas. Uma tela de seda é movida ao longo uma série de marcadores de metal, que servem como guias para a marcação do tamanho das folhas de borracha. Em geral, cada bola possui seis painéis. Além disso, o excesso de borracha é depositado num contentor de reciclagem. Então, o corpo da bola retorna ao *vulcanizer* para um novo processo de vulcanização que difere do que fora realizado para a confecção das bexigas. Neste novo processo são criados os canais entre os seis painéis das bolas. Aliado a isso, o corpo bexiga-carcaça é coberto por um revestimento de cola e colocado no interior do *vulcanizer*, para que ocorra o alinhamento com os painéis da cobertura. Após todo o processo, a bola é retirada ainda com a sua superfície, na maioria, lisa, ou seja, sem os *pebbings*. Em seguida, a bola é unificada em outro *vulcanizer*, onde ocorre uma combinação com outros materiais de maneira a forma-se a superfície característica da bola, a que possui os *pebbings*. Realizado todo esse processo, as bolas são novamente armazenadas por 24 horas e depois preparadas para um novo teste, para que a existência do ar esteja devidamente certificada (HOLMES, 2013, tradução nossa).

6.4 Padrões de qualidade

Nos dias atuais, o basquete é um dos esportes mais praticados pelo mundo, sendo capaz de movimentar grandes públicos, imprensa, multinacionais e principalmente muito dinheiro. Trata-se de um esporte de alto desempenho cercado por muitos fatores, e tudo que pode interferir em sua prática deve ser minuciosamente analisado, como por exemplo, as especificações das bolas usadas nas partidas profissionais. Essa é uma das questões amplamente debatidas e tratadas pelas federações atualmente, de maneira a existirem normas e regras que regulamentam as bolas de basquetebol em prol do melhor desempenho. Apresenta-se a seguir algumas especificações ou características que as bolas de basquete devem conter para serem consideradas aptas para uso, segundo a FIBA (HOLMES, 2013):

- **Circunferência:** 749 a 780 mm;
- **Salto ou quique:** aproximadamente 1300 mm;
- **Peso:** 600 a 650 g;
- **Pressão:** 7 a 9 libras por polegada quadrada (HOLMES, 2013).

A NBA (*National Basketball Association*) determina uma tonalidade específica de laranja que as bolas de basquete devem ter nas ligas americanas. Já a FIBA (Federação Internacional de Basquete), que organiza as competições a nível mundial, não especifica o tom, mas também adota a cor alaranjada em campeonatos oficiais, entre eles na modalidade do esporte nas Olimpíadas. A cor, claro, é laranja, com detalhes nas canaletas, diferenciados para cada modalidade: verde para o feminino, amarelo para o masculino e preto para a categoria mirim. (O LARANJA...[200-?])

6.5 Teste de desempenho

Um dos principais testes realizados em bolas de basquete é o de fadiga, que tem a finalidade de avaliar o comportamento da bola, fazendo com que essa seja submetida a uma determinada pressão. Nesse teste também deve ser avaliado se há vazamento de ar. Um outro teste realizado é o de calor: as bolas são armazenadas em um ambiente durante 7 dias a 70°C, e deve ser avaliado se a mesma sofre possíveis mudanças de estrutura e

composição física e também de desempenho. Há também o teste de atrito, no qual a superfície externa da bola é avaliada quanto a requisitos de fricção. Existe também um teste em que uma agulha de inflação é introduzida a seco e observa-se se a bola possui algum ponto de fuga. Existem também testes mais simples que medem e avaliam o tamanho das bolas, pesos, circunferência quique e etc., medidas essas que são realizadas a partir de instrumentos próprios e que devem obedecer as especificações e normas de cada instituição que regulamenta a prática do basquete (HOLMES, 2013, tradução nossa).

7 BOLAS DE BEISEBOL

7.1 Evolução

Apesar de sua aparência descomplicada, a bola de beisebol é de fato um objeto feito com precisão e que muitas vezes foi objeto de acalorada controvérsia ao longo de sua história. Embora as bolas de beisebol tenham mudado muito pouco neste século, seja em termos de suas dimensões físicas ou de matérias-primas. No beisebol oficial *Major League* (Liga Mundial) consiste em um centro de cortiça acolchoado redondo chamado "pílula", envolto firmemente em enrolamentos de lã e fios de poliéster / algodão e coberto por couro costurado. (FUCINI, 2013, tradução nossa)

Não havia uniformidade nos primeiros anos da história do beisebol, quando as bolas eram feitas em casa ou produzidas sob encomenda por sapateiros, curtidores e outros pequenos empresários. Em 1872, o padrão moderno para o peso e tamanho da bola de beisebol foi estabelecido. A produção de bolas tornou-se mais consistente durante o restante da década, em grande parte graças às demandas feitas aos fabricantes pela recém-formada Liga Nacional, a primeira liga profissional de beisebol. (FUCINI, 2013, tradução nossa)

Na virada do século, a bola de beisebol tinha um núcleo redondo de borracha. Isso deu lugar em 1910 à bola de cortiça mais animada, que foi substituída duas décadas depois pelo modelo de cortiça almofadada ainda mais resiliente. O beisebol sofreu apenas uma mudança significativa desde aquela época, quando uma escassez no fornecimento de cavalos em 1974 levou a uma troca de capas de couro de cavalo para couro de vaca. (FUCINI, 2013, tradução nossa)

7.2 Estrutura e matéria-prima

Estruturalmente a bola de beisebol é composta por três partes: a pílula ou núcleo, que é formada basicamente de borracha, as camadas de tecidos e fios e por fim o couro que reveste e compõe o exterior da bola (FUCINI, 2013, tradução nossa).

A pílula consiste em uma esfera composta por cortiça e revestida por borracha preta e vermelha, medindo aproximadamente 10,47 centímetros de circunferência. Essa cortiça se trata de um material de origem vegetal e se destaca por ser um importante isolante (FUCINI, 2013, tradução nossa).

A pílula é revestida por camadas de lã que é derivada do pelo da ovelha. No processo, é utilizada tanto a lã branca quanto a lã cinza. O primeiro enrolamento é feito por quatro camadas de lã cinza, o segundo por três camadas de lã branca e o terceiro por três camadas de lã cinza. Por fim, realiza-se mais uma vez o processo de enrolamento, agora com algodão, que se trata de uma fibra branca geralmente de origem vegetal. O motivo de a lã ter sido selecionada como principal material para o revestimento da pílula é explicada pela sua elasticidade natural, além do fato de que quando é submetida a uma pressão, consegue recuperar o seu estado original. Já o algodão proporciona uma maior resistência (Fig.12) (FUCINI, 2013, tradução nossa).

Por fim, o revestimento externo é feito em couro e quanto mais resistente à tração for o couro, maior qualidade agregará à bola de beisebol. Finalizando a estrutura da bola, este couro externo é fixado através de costura com fio encerado (FUCINI, 2013, tradução nossa).

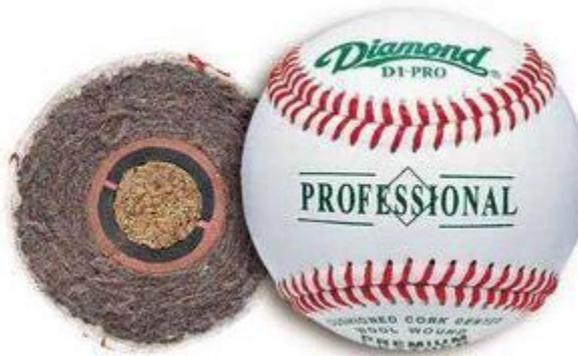


Figura 12 – Tipo de estrutura interna da bola de beisebol
Fonte: (RON, 2009)

7.3 Processos de fabricação

Podemos descrever o processo de produção de bolas de beisebol resumidamente como etapas em que camadas sucessivas de materiais são colocadas em torno de uma esfera de borracha, em condições específicas e cuidadosamente controladas, para assegurar que as características e propriedades da bola sejam fielmente obedecidas ao final de todo o processo (FUCINI, 2013, tradução nossa).

Finalizada a preparação do núcleo da bola, parte-se para o processo de enrolamento ou aplicação dos fios, que é feita em várias camadas. Para iniciar o procedimento, fios de lã, armazenados sob temperatura e umidade controladas, são enrolados em torno do núcleo, resultando em três camadas. Este processo é feito com a participação de computadores e máquinas que mantêm um nível de tensão constante e elevado, para eliminar possíveis erros no intuito de criar uma superfície uniforme. É interessante ressaltar que ao final de cada camada de fios, a bola é medida e analisada também por computadores, para que as especificações e normas sejam devidamente cumpridas. Dando prosseguimento ao processo, uma camada de fio fino de algodão é feita para proteger a lã e dar maior fixação. Excessos de tecido são descartados e removidos e o corpo da bola é mergulhado em uma solução adesiva para a posterior aplicação do couro externo (FUCINI, 2013, tradução nossa).

O couro é cortado em peças que possuem um formato similar ao número 8, sendo posto sobre a bola como um envoltório externo. É interessante ressaltar que antes de ser costurado, o couro é tratado para que a sua flexibilidade seja aumentada. Assim, após o processo anterior, as peças de couro são grampeadas e costuradas à mão, utilizando-se cerca de 223,52 cm de fio vermelho encerado. Nesta etapa são colocados cerca de 108 pontos no processo de costura, sendo que o primeiro e o último são completamente escondidos, gastando-se assim, uma média de 15 minutos para realizar a costura totalmente (FUCINI, 2013, tradução nossa).

Para finalizar o processo, os grampos são removidos e a bola é colocada sobre uma máquina de rolamento cujo objetivo é nivelar quaisquer imperfeições ou ondulações remanescentes, e então são realizados os testes de peso, formato, circunferência dentre outros. As bolas que forem consideradas aptas são transportadas até a máquina de estampa, onde recebem o logo do fabricante e possivelmente da liga, estando pronta para a comercialização (FUCINI, 2013, tradução nossa).

7.4 Teste de desempenho

Existe um teste em que a bola é atingida 200 vezes por uma força de 29,5 kgf. Neste teste é avaliado se a bola mantém a sua redondeza após ser submetida aos impactos descritos. Já

o teste de deformações consiste em comprimir as bolas com duas bigornas. Nele é observado se as deformações apresentadas foram inferiores a 0,20 cm (FUCINI, 2013, tradução nossa).

São realizados também testes mais simples, com intuito de observar se características da bola de beisebol como peso, circunferência e formato estão sendo cumpridas de acordo com às normas padrões das federações que gerem e regulamentam a prática do esporte (FUCINI, 2013, tradução nossa).

7.5 Padrões de Qualidade

Uma amostra estatisticamente representativa de cada remessa de bolas de beisebol é testada para medir a Coeficiente de Restituição (COR), usando os procedimentos de teste oficialmente sancionados por *Major League Baseball*. Essencialmente, o COR é uma indicação da resiliência de uma bola de beisebol. (FUCINI, 2013, tradução nossa).

O teste COR envolve atirar uma bola de beisebol de um canhão de ar a uma velocidade de 85 pés por segundo (25,90 metros por segundo) em uma parede de madeira a uma distância de oito pés (2,43 metros) e medir a velocidade com a qual a bola rebate na parede. As especificações da Liga Mundial (*Major League*) COR estipulam que uma bola de beisebol deve rebater a 54,6% da velocidade inicial, mais ou menos 3,2%. (FUCINI, 2013, tradução nossa)

Uma bola de beisebol também deve manter sua forma redonda depois de ser atingida 200 vezes por uma força de 29,51 kg. Como prova de sua força, uma bola de beisebol deve distorcer menos de 0,08 polegadas (0,20 centímetro) depois de ser comprimida entre duas bigornas. (FUCINI, 2013, tradução nossa)

8 BOLAS DE GOLFE

8.1 Evolução

A primeira bola utilizada para se praticar o golfe era feita de madeira. Esse material foi utilizado na bola por mais de duzentos anos, até que foi inventada a bola feita de penas de ganso cobertas por couro de vaca, conhecida como "*featherie*", sendo utilizada também por, aproximadamente, duzentos anos. No século XIX, a "*featherie*" foi substituída por uma bola feita de látex, que era muito mais aerodinâmica. Assim, no século XX, foi criada a bola de múltiplas camadas. Essa nova bola possuía um núcleo líquido, coberto por fios elásticos, que eram também cobertos por uma fina camada de plástico. Atualmente, existem dois tipos principais de bola, um feito de borracha e plástico, chamada de bola de duas peças, e outro composto por um núcleo cheio de líquido, ou borracha, uma camada de fios de borracha e uma capa de plástico. Essa última é chamada de bola de três peças (A BOLA de..., [200-?]).

8.2 Estrutura e matéria-prima

A bola de golfe de duas peças é composta por um núcleo de borracha sólida e uma capa feita de termoplástico de ionômeros. Esse núcleo de borracha é, primeiramente, um bloco bastante duro. Para que esse bloco vire uma esfera, é necessário um aumento de pressão e calor (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

Já a bola de três peças é formada por um centro de líquido – preferencialmente uma mistura de xarope de milho, água, óleo mineral, álcool, propileno e glicol – ou de borracha; uma camada de fios de borracha e uma capa de borracha de "*balata*" ou de ionômero. A "*balata*" é uma árvore tropical americana (SHEPPARD, 2013, tradução nossa; KENNEDY, III; SIMONDS; BINETTE, 2008, tradução nossa).

Um material composto por ionômero é um polímero que contém íons. A diferença entre esse composto para um “*polyelectrolyte*” é o fato de que o primeiro é um copolímero, e os seus íons ocupam apenas, aproximadamente, 15% do polímero (BRUST, 2005).

A anatomia da bola de golfe é apresentada na Fig.13).

As bolas de duas peças são utilizadas em jogos casuais de golfe e duram mais do que as bolas de três peças, utilizadas em jogos profissionais (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

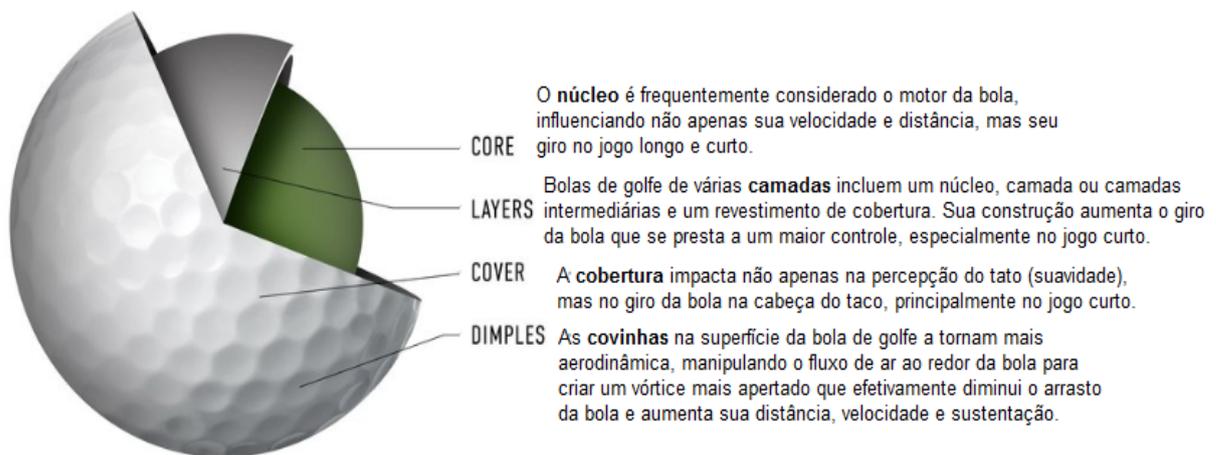


Figura 13 – Anatomia da bola de golfe
Fonte: (ON the golf..., 2019)

8.3 Fabricação da bola

Como dito anteriormente, existem dois tipos de bolas de golfe: uma com três peças e outra com duas. A bola feita de duas peças é a mais comum e mais fácil de ser fabricada, sendo utilizada em jogos não profissionais e domina cerca de 70% do mercado de vendas. Em virtude disso, nesse dossiê será explicado o processo de fabricação da bola de duas peças (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

A primeira etapa no processo de fabricação da bola de duas peças é a formação do núcleo. Esse núcleo é feito a partir da reação de vários reagentes, que se interagem quimicamente e formam um composto de borracha. Esse composto, então, é submetido à elevação de temperatura e pressão, e o núcleo, de aproximadamente 3,75 cm, é formado (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

Na próxima fase do processo podem ser utilizadas duas técnicas de moldagem: a primeira é a moldagem por injeção – na qual o material (normalmente termoplástico) é injetado em um molde em um formato que o fabricante deseja, e, depois de resfriar, ele é retirado com suas dimensões corretas. A segunda é a moldagem por compressão. Essas técnicas são utilizadas para se formar a capa e as covas da bola (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

Na moldagem por injeção, o núcleo é centralizado em uma cavidade por pinos, e é injetado termoplástico fundido nas cavidades da bola. Devido à pressão e calor, o material da capa (termoplástico) flui e se junta com o centro, moldando o tamanho da bola e o seu conhecido formato, com suas covas. A medida que a capa de plástico resfia e endurece, os pinos que a prendem se retraem e as bolas finalizadas são retiradas. Na Figura 14, os pinos que prendem a bola são representados pelos números 1642 e 1644, e o termoplástico que formará a capa é injetada através das passagens 1606, 1608, 1626 e 1628 (SHEPPARD, 2013, tradução nossa; MURPHY, 2004).

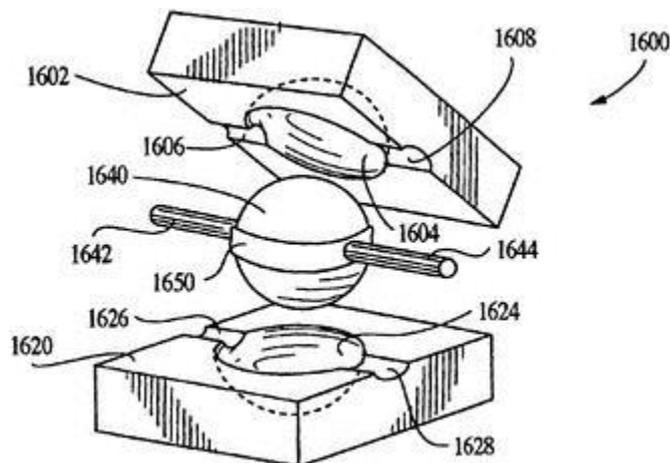


Figura 14 – Processo de injeção
Fonte: (MURPHY, 2004)

Já na moldagem por compressão, a capa que cobrirá a bola é colocada com moldagem por injeção em dois hemisférios ocios, que serão colocadas em volta do núcleo. Assim, após posicionados os hemisférios corretamente, o sistema é esquentado e eles são pressionados um contra o outro, através de um molde, fundindo a capa com o núcleo e formando as covas (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

Depois disso, para ambos os métodos, os pontos ásperos e “cegos” e a costura da capa moldada serão removidos da bola, através de uma máquina. São aplicadas, então, duas camadas de tinta na bola da seguinte forma: cada bola ficará em dois postes, os quais giram para que a pintura, feita por máquinas de “*spray*” automáticas, seja uniforme (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

A bola é estampada com o logo da empresa, e, finalmente, é passado verniz, para um alto brilho e uma maior resistência ao desgaste. A próxima e última etapa do processo é a secagem, na qual as bolas são carregadas em containers e colocadas em grandes secadoras. Após a secagem, a bola está pronta para ser embalada (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

8.4 Padrões de qualidade

Os padrões de qualidade para as bolas de golfe só foram estabelecidos em 1968, pelas entidades reguladoras do esporte, que afirmam que a bola deve ter um diâmetro inferior a 42,67 mm e não possa pesar mais do que 45,93 g (USGA, 2011).

8.5 Testes de desempenho

A bola de golfe passa por alguns testes de desempenho para que seja atestada a sua qualidade. Alguns dos testes feitos em bolas de três peças se diferem dos feitos em bolas de duas peças. Primeiramente, bolas de três peças são bombeadas com raios-x para se certificar que são perfeitamente redondas. Em bolas de duas peças, é medida a relação da velocidade inicial e da velocidade de retorno da bola, após essa se colidir com uma placa de metal. Esse teste mede o coeficiente de restituição (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

Entre outros testes, alguns fabricantes utilizam túneis de vento para medir a resistência da bola ao vento. Há também uma máquina de testes chamada de “*True Temper Mechanical Golfer*”, apelidada de “*Iron Byron*” – em homenagem a uma lenda do golfe, Byron Nelson. Essa máquina foi desenvolvida para dar tacadas iguais, com base nas tacadas de Byron, e pode ser programada para várias velocidades e tacos de golfe diferentes. Outra máquina é a

denominada “*Ball Launcher*”, que lança bolas ao ar com qualquer velocidade linear, de rotação e de ângulo de lançamento. Assim, fazendo o uso de ambas as máquinas, pode-se medir e analisar dados relacionados ao desempenho da bola em relação ao seu “voo”. Esses dados são: “*Apogee Angle*”, que mede a altura máxima na trajetória da bola; “*Carrydistance*”, que mede a distância que a bola permanece no ar. A distância de rolamento é a distância que a bola percorre no solo; a distância total é medida pela soma das outras duas distâncias e a área de dispersão ou “*SAA*” (*StatisticalAccuracyArea*), é utilizada para se medir a precisão da bola (SHEPPARD, 2013, tradução nossa).

9 BOLA DE BOLICHE

9.1 Evolução

Algumas fontes datam a origem do boliche por volta de 3.200 a.C., por conta de um grupo de objetos semelhantes a pinos encontrado em escavações. Outros afirmam que surgiu na Inglaterra, em 1366, sob o reinado do rei Eduardo III. Além das suposições da origem do esporte, ninguém sabe exatamente quando o jogo mudou de 9 para 10 pinos. As primeiras bolas de boliche foram feitas de pau-santo, um tipo de madeira muito dura. Esse material foi utilizado até 1905, quando foi produzida a bola de borracha, chamada de *evertrue*. Em 1914, a empresa Brunswick Corporation produziu a bola *Mineralite*, utilizando em sua composição um composto de borracha misterioso. Como parte de sua campanha de publicidade, a fábrica enviou as bolas em uma turnê de boliche por todo país. Neste momento, não havia preocupação com a relação entre bolas de boliche e superfícies da pista (CARRUBBA, 2013, tradução nossa).

Em 1959 começaram a ser produzidas as bolas de boliche de poliéster. Esferas de poliéster são menos agressivas às pistas, quando comparadas a todos os outros materiais modernos utilizados em bolas de boliche disponíveis no mercado. Essas bolas são boas para ir em linha reta até os pinos. Durante os anos 60 e 70, um problema referente a essas bolas surgiu: como o coeficiente de atrito entre ela e a pista era baixo, a esfera derrapava muito, o que fazia perder força para chocar-se com os pinos (CARRUBBA, 2013, tradução nossa).

A próxima mudança nas bolas veio junto à mudança na pista: houve um aumento no uso de uretano na base da pista e verificou-se que bolas com compostos de uretano seriam melhores. Estas, no entanto, tendem a absorver o condicionador de pista, sendo necessário lavá-las constantemente (CARRUBBA, 2013, tradução nossa).

9.2 Estrutura e matéria-prima

Atualmente, três tipos de plásticos estão sendo utilizados na camada externa da bola de boliche: poliéster, uretano e reativas de uretano. A primeira, e geralmente mais barata, produz uma trajetória curvilínea menor, pois o poliéster é pouco afetado pelos óleos aplicados na superfície da pista. A bola de uretano, intermediária em relação ao preço, produz uma trajetória maior que a de poliéster e são mais duráveis. As bolas mais caras são as que possuem camada externa de uretano reativo. Estas produzem ainda mais a trajetória curvilínea, além de chegar com mais força nos pinos (Fig.15) (HALL, L., 2013, tradução nossa).

Já os núcleos das bolas de boliche podem ser feitos de duas formas: adicionando grafite de bismuto ou bário à resina, formando um plástico muito denso ou adicionando esses mesmos compostos à cerâmica, fazendo com que a bola gire com maior facilidade (HALL, L., 2013, tradução nossa).

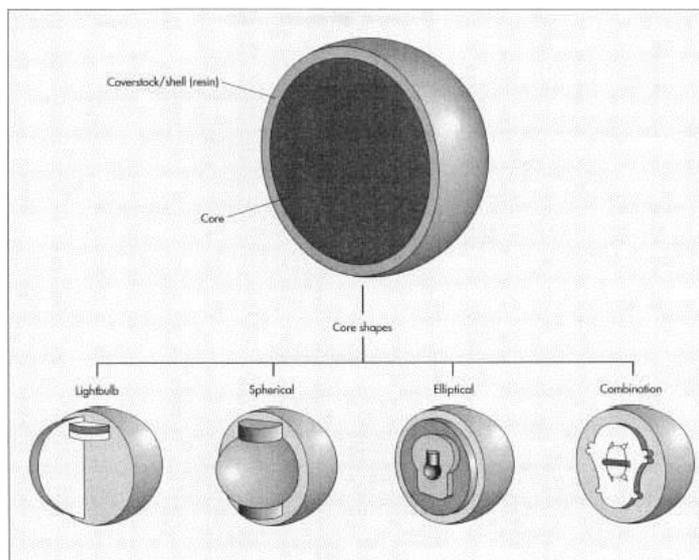


Figura 15 – Estrutura da bola de boliche
Fonte: (HALL, L., 2013)

9.3 Processo de fabricação

A fabricação da bola é dividida em 4 partes: produção do núcleo, da casca, preenchimento de lacunas e moldagem e acabamento:

- **Produção do núcleo:** o molde específico do formato do núcleo é preenchido com o material preferencialmente utilizado. Após isso, aguarda-se até que o material seja solidificado e, logo após, retirado do molde. Esse núcleo é fixado no interior da bola através de um pino que sai da casca até o interior do núcleo (HALL, L., 2013, tradução nossa).
- **Produção da casca:** o núcleo pronto é colocado dentro de um molde esférico chamado *coverstock*, o qual é preenchido com o material escolhido, englobando o núcleo já pronto (HALL, L., 2013, tradução nossa).
- **Preencher as lacunas:** após a retirada da casca do molde, a bola fica com um buraco causado pelo pino que sustentava o núcleo. Para preencher a lacuna, um pino de plástico é colocado na bola e cimentado. Esse tem uma cor diferenciada da casca, o que serve como guia para posicionar os orifícios para os dedos (HALL, L., 2013, tradução nossa).
- **Moldagem:** a bola é especificada para o tamanho adequado. Caso seja necessário, esta passa por um lixamento, aperfeiçoando sua forma (HALL, L., 2013, tradução nossa).
- **Texturização:** a textura desejada é aplicada na bola com o polimento específico, obtendo uma rugosidade na superfície de 240 a 600 grit (HALL, L., 2013, tradução nossa).

9.4 Padrão de qualidade

A bola de boliche é produzida de diversos tamanhos e pesos, sendo cada modelo específico para o peso do jogador. Em geral, a bola de boliche pode ser fabricada com materiais variados, como borracha dura, poliuretano, poliéster, entre outras. O tamanho da bola é de até mais ou menos 69 cm de diâmetro e seu peso varia de 2 kg (para crianças) até 7,25 kg. Em geral, homens costumam jogar com bolas de boliche entre 6,5 kg e 7,25 kg; mulheres tendem a jogar com as que variam entre 4,5 kg e 6,5 kg. (BOLA de boliche, 2018).

10 BOLA DE FUTEBOL AMERICANO

10.1 Evolução

A bola de futebol americano é uma evolução da bola utilizada em um esporte similar, o *rugby* que surgiu em 1857 e foi a bola oficial do futebol até 1896 quando o termo “*prolate spheroid*” surgiu para definir o formato desta. O tamanho não seguia uma medida padrão, contanto que o seu formato fosse o designado, hoje, já são fabricadas para que, ao serem lançadas, girem em torno do seu eixo. (SORRISO HORNETS, 2016).

10.2 Estrutura e matéria-prima

As bolas de futebol americano podem ser divididas em duas camadas principais. A camada de dentro é a câmara, feita de borracha e a camada de fora é a capa, feita de couro granulado. A escolha do material está relacionada, entre outros fatores, com a sua durabilidade (HALL, S., 2013, tradução nossa).

10.3 Processo de fabricação

A fabricação da bola de futebol americano começa no corte do couro. O corte é feito por um molde da bola que é colocado em cima de uma manta de couro, e então são feitos vários cortes em cima da manta (Fig. 16) (HALL, S., 2013, tradução nossa).

O fato de a bola de futebol americano ser oval está ligado ao efeito esperado em seu lançamento. As bolas de futebol americano são mais alongadas e aerodinamicamente desenhadas para girar em torno de seu longo eixo ao serem lançadas no ar. (ANDRADE, 2021)



Figura 16 – Corte na manta de couro.
Fonte: (LUKAS, 2011)

Após essa fase, os pedaços de couro são colocados em uma máquina, onde será realizada a estampagem do couro (Fig. 17). Para o jogo mais importante do ano, o *superbowl*, na fase de estampagem da bola é acrescentada à máquina uma placa com o nome dos times participantes, para que esses nomes estejam impressos na bola (HALL, S., 2013, tradução nossa).



Figura 17 – Estampagem do couro
Fonte: (LUKAS, 2011)

São selecionados quatro painéis já cortados e estampados, para que eles sejam costurados. Antes, porém, dois desses painéis são escolhidos para que sejam furados, dando espaço para a linha da última costura (Fig. 18), sendo, então, costurados, com máquina, de fora pra dentro (Fig. 19). Depois, a parte de fora da bola tem de ficar exposta, exigindo força manual. Com a bola esteticamente correta, é feita a costura final, sendo essa a única costura aparente na bola e feita manualmente (HALL, S., 2013, tradução nossa).

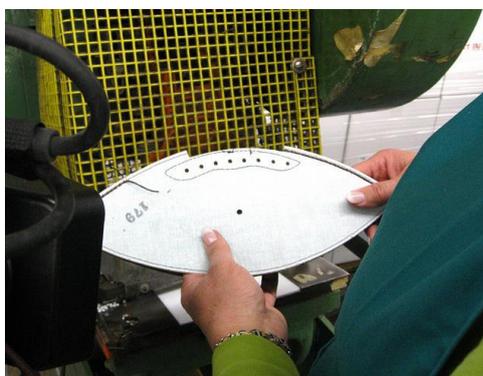


Figura 18 – Furos nos painéis
Fonte: (LUKAS, 2011)



Figura 19 – Etapa de costura da bola
Fonte: (LUKAS, 2011)



Figura 20 – Processo para "virar a bola ao avesso"
 Fonte: (LUKAS, 2011)



Figura 21– Costura final da bola
 Fonte: (LUKAS, 2011)

Por fim, a bola é moldada, ou seja, há a injeção de ar, dando a forma de uma bola de futebol americano (Fig. 20 e 21). A bola deve ser inspecionada para se verificar se atende aos padrões de qualidade da Liga Estadunidense de Futebol Americano (NFL), checando o seu peso, o seu tamanho ou qualquer outra possível falha (Fig. 22) (HALL, S., 2013, tradução nossa)



Figura 22 – Moldagem da bola
 Fonte: (LUKAS, 2011)



Figura 23 – Diferença entre a qualidade das bolas
(*Game Ball* = Bola para jogo; *Retail Ball* = Bola imprópria para jogo)
Fonte: (LUKAS, 2011)

10.4 Padrões de qualidade

Um dos principais equipamentos de futebol americano, a bola tem entre 27,4 e 29,2 centímetros ao longo do eixo, com circunferência de 52,7 a 54 centímetros. Já a circunferência medida entre os dois bicos deve ser entre 71 e 72,4 centímetros. (Fig. 23) (ANDRADE, 2021)

Segundo as regras adotadas no Brasil pela Confederação Brasileira de Futebol Americano, as bolas de futebol americano devem ser infladas à pressão entre 12-½ e 13-½ psi (libras por polegada quadrada). Já o peso deve ficar entre 14 e 15 onças (397 a 425 gramas). A calibragem das bolas de futebol americano é importante para o desenvolvimento de um jogo, já que, em teoria, uma bola murcha pode facilitar o lançamento e a recepção. (ANDRADE, 2021)

11 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Para a fabricação de diferentes bolas esportivas são necessárias diversas máquinas, algumas específicas para um tipo de bola e outras que são gerais, ou seja, utilizadas na produção de mais de um tipo de bola.

Em visita a empresa Kigol, foi observado que para as bolas de futebol de campo, *futsal* e *volleyball* utilizam-se, basicamente, as mesmas máquinas:

1. A prensa hidráulica, a qual irá cortar os painéis no molde devido, de acordo com a bola (informação verbal em 27/02/2013);



Figura 24 – Prensa hidráulica
Fonte: os autores

2. Mesa de serigrafia – esta irá estampar os painéis com o layout desejado (informação verbal em 27/02/2013);
3. Equipamentos de costura, como agulha e tesoura, para costurar os painéis (informação verbal em 27/02/2013);
4. A fim de deixá-las o mais redonda possível, utiliza-se a máquina abaixo ou alguma semelhante (informação verbal em 27/02/2013).



Figura 25 – Forma
Fonte: os autores

Na bola de beisebol, esta máquina abaixo é utilizada para misturar a bola com uma solução adesiva. É válido ressaltar que esse trabalho pode ser realizado manualmente (COMO é feita a bola de beisebol, [200-?]).



Figura 26 – Misturador
Fonte: (COMO é feita a bola de beisebol..., [200-?]a)

Para que seja revestida de linha, a bola de beisebol deve ser colocada em uma máquina a qual deve ter tensão contínua (COMO é feita bola de beisebol, [200-?]a).

Na bola de boliche, são necessários moldes do núcleo e do revestimento externo para que se possa deixar a bola no tamanho e formato desejado (HALL, L., 2013, tradução nossa).

12 NORMAS E REGRAS

A seguir apresentam-se algumas normas técnicas da ABNT para fabricação das bolas esportivas e *links* para *sítes* de instituições que definem regras e outras especificidades para os variados tipos de esporte:

12.1 Normas para os processos de fabricação

- ABNT NBR ISO 289-2:2020 – Rubber, unvulcanized — Determinations using a shearing-disc viscometer — Part 2: Determination of pre-vulcanization characteristics (ABNT, 2022);
- ABNT NBR ISO 3417:2011 – Borracha – Medição das características de vulcanização com o reômetro de disco oscilante. (ABNT, 2022);
- ABNT NBR ISO 2393:2010 – Misturas de borracha para ensaio — Preparação, misturação e vulcanização — Equipamentos e procedimentos. (ABNT, 2022);

12.2 Regras para o voleibol, futebol americano, golfe e basquete.

- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEIBOL – Regras Oficiais do Voleibol 2013 – 2016 Disponível em: <https://cbv.com.br/pdf/regulamento/quadra/REGRAS-DE-QUADRA-2017-2020.pdf>. Acesso em: 24 maio 2022.
- REGRAS DO FUTEBOL AMERICANO DE GRAMA PARA O BRASIL – Tradução e adaptação das regras da IFAF (Federação Internacional de Futebol Americano) para o Brasil Disponível em: <https://silo.tips/download/regras-do-futebol-americano-de-grama-para-o-brasil>. Acesso em: 24 maio 2022.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GOLFE. Regras do Golfe. Disponível em: <https://www.cbq.com.br/wp-content/uploads/2018/11/regras2911.pdf>. Acesso em: 24 maio 2022.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DO BASKETBALL. Regras oficiais do basquete. Disponível em: <https://www.cbb.com.br/wp-content/uploads/Regras-Oficiais-de-Basketball-FIBA-2020-Traduzida-para-Portugues.pdf>. Acesso em: 23 maio 2022.

Conclusões e recomendações

Com a leitura desse dossiê que abordou sobre o processo de fabricação de bolas de diversos esportes, também foi possível ter uma ideia melhor: das máquinas utilizadas nos processos, dos materiais aplicados e da estrutura das bolas.

Vê-se que, ao longo da história de cada modalidade, sua peça principal, a bola, evoluiu bastante e a tecnologia utilizada em alguns processos de fabricação é enorme, como é o caso da bola de golfe, tênis e beisebol. Além disso, com a evolução dos esportes, as especificações e regulamentações ficaram cada vez mais rígidas, exigindo padrões que determinam o uso ou não das bolas em torneios, e aperfeiçoando cada vez mais os testes de desempenho das bolas.

É importante frisar que, como pontuado no documento, para que o produto saia com a qualidade esperada, é necessário não apenas um processo produtivo impecável, mas também é necessário escolher corretamente as combinações dos materiais utilizados, pois os diferentes tipos de combinações dos materiais influenciam na jogabilidade das bolas e nas propriedades mecânicas das mesmas, podendo mudar completamente a sua função, o que pode ser bem observado nas bolas de futebol.

Também podemos citar que, o mesmo processo de fabricação, acoplado ao uso das mesmas máquinas e equipamentos, podem gerar bolas muito diferentes, como é o caso das bolas de futebol, voleibol e *futsal*. Com isso, pode-se perceber como a escolha dos materiais corretos influencia no resultado final.

Por fim, é recomendado que, junto à posse de todo maquinário funcionando em perfeito estado, é necessária uma mão de obra qualificada para o trabalho, para que o processo de produção seja executado de uma forma que, após a finalização dele, a bola consiga atingir todos os parâmetros de qualidade requeridos pelas federações, atestando assim a qualidade da bola para comercialização. Acredita-se que este dossiê possa auxiliar empreendedores a montarem o seu negócio.

Referências

A BOLA de golfe. [S.I.], [200-?]. Disponível em: <https://www.jogargolfe.com/wp-content/uploads/bola-de-golfe.jpg>. Acesso em 23 maio 2022.

A BOLA no voleibol. [S.I.], 2011. Disponível em: <http://www.volei.org/2011/08/bola-no-voleibol.html>. Acesso em: 23 maio 2022.

ABNT. **Norma técnica**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 23 maio 2022.

ALVES, Líria. **Bola de futebol**: do capotão ao poliuretano. [S.I.], [200-?]. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/quimica/bola-futebol-capotao-ao-poliuretano.htm>. Acesso em: 23 maio 2022.

ANDRADE, Gustavo. Guia da bola de futebol americano: o que você precisa saber. **Esportelândia**, (S.L.), 2021. Disponível em: <https://www.esportelandia.com.br/futebol-americano/bola-de-futebol-americano/>. Acesso em: 27 maio 2022.

ASSIS, Camila de. Conheça a história do basquete. UNINASSAU. Faculdade Maurício de Nassau. Recife, fev. 2017. Disponível em: <https://www.uninassau.edu.br/noticias/conheca-historia-do-basquete#:~:text=%2D%20A%20primeira%20bola%20de%20basquete,que%20ser%20retirada%20do%20aro>. Acesso em: 27 maio 2022.

BOLA DE BOLICHE: um guia completo sobre o equipamento mais importante do boliche. **Jogar Boliche**, (S.L.), 2018. Disponível em: <https://jogarboliche.com.br/bola-de-boliche/>. Acesso em: 27 maio 2022.

BRUST, Greg. **Ionomers**. [Hattiesburg], 2005. Disponível em: <https://pslc.ws/mactest/ionomer.htm>. Acesso em: 28 fev. 2013.

CARRUBBA, Rich. **Bowling ball evolution**. Daytona Beach, 2013. Disponível em: <http://www.bowlingball.com/BowlVersity/bowling-ball-evolution#idc-cover>. Acesso em: 23 maio 2022.

CASTRO, Daniela Coutinho de. **Camara de ar para bolas esportivas, processo de fabricação de câmara de ar para bolas esportivas e bola esportiva utilizando dita câmara de ar**. BR n. PI0203256-2, 08 ago. 2002, 18 maio 2004. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/>. Acesso em: 15 maio 2022.

COMITÊ OLÍMPICO DO BRASIL – COB. **Tênis**: história. Rio de Janeiro: [200-?]. Disponível em: <https://www.cob.org.br/pt/cob/time-brasil/esportes/tenis/>. Acesso em: 26 maio 2022.

COMITÊ OLÍMPICO DO BRASIL- COB. **Beisebol/softbol**: história. Rio de Janeiro: [200-?] <https://www.cob.org.br/pt/cob/time-brasil/esportes/beisebol--softbol/>. Acesso em: 26 maio 2022.

COMO é feita a bola de beisebol – how is the baseball ball. Produção de André Douillard e Jean-Marc St-Pierre da Discovery Channel Canada, para The Science Channel, em associação com Canadá, Québec e Z Télé. [S.l.]: Produções Maj 2, [200-?]a. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ox3Z5B5Ujrg>. Acesso em: 23 maio 2022.

COMO escolher a bola de vôlei. SOU ESPORTISTA. Decathlon, (S.L.) jun. 2017. Disponível em: <https://souesportista.decathlon.com.br/como-escolher-a-bola-de-volei/>. Acesso em: 25 maio 2022.

COMO são feitas as bolas de tênis? **Mundo Estranho**, São Paulo, 2018. Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-sao-feitas-as-bolas-de-tenis>. Acesso em: 23 maio 2022.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BOLICHE - CBBOL. **Origens do boliche**. Brasília: [200-?]. Disponível em: <https://www.bolichebrasil.com.br/pages/historia>. Acesso em: 26 maio 2022.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TÊNIS. **Regras de tênis**. São Paulo, [200-?]. Disponível em: http://cbr-tenis.com.br/arquivos/seniors/seniors_5a1c3b134e691_27-11-2017_14-19-31.pdf. Acesso em: 25 maio 2022

COSTA, Marcio. Bola de vôlei oficial. DICAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA, Rio de Janeiro, Abril 2022. Disponível em: <https://www.dicaseducacaofisica.info/bola-volei-oficial/>. Acesso em: 25 maio 2022.

ESTEFANO, Roberto. **Disposição introduzida em bola esportiva**. BR n. MU8300122-0, 20 jan. 2003a, 26 out. 2004. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 25 maio 2022.

_____. **Processo de fabricação de bolas esportivas e produtos resultantes**. BR n. PI0303064-4, 11 mar. 2003b, 28 dez. 2004. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 25 maio 2022.

FARIAS, Felipe. Curiosidades sobre a bola de Tênis. **PRO SPIN**, São Paulo, mar. 2020. Disponível em: <http://blog.prospin.com.br/por-dentro-do-tenis/5-curiosidades-bola-de-tenis/>. Acesso em: 27 maio 2022.

FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE. **Sobre o golfe**. São Paulo, [200-?]. Disponível em: <https://www.fpgolfe.com.br/golfe/historia-do-golfe/>. Acesso em: 26 maio 2022..

FIFA Quality Programme for Footballs (outdoor, futsal and beach soccer footballs) Testing Manual. Zurich, Feb. 2021. Disponível em: <https://digitalhub.fifa.com/m/4e93a32cd03542cf/original/testing-manual-fifa-quality-programme-for-footballs-2018.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

FUCINI, Suzy. **Baseball**. [S.l.], 2013. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-1/Baseball.html>. Acesso em: 25 maio 2022.

GOMES, Manuel Morato. **Borracha de isobutileno isopreno (IIR), borracha de clorobutil (CIIR) e borracha de bromobutil (BIIR)**. [S.l.], [200-?]. Disponível em: <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-isobutileno-isopreno.php>. Acesso em: 23 maio 2022.

GONZAGA, Welington. *Fábricas de bolas aquecem economia no interior de São Paulo*. (S.L.): 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=E6TuRkmOEHg>. Acesso em: 26 maio 2022.

HALL, Loretta. **Bowling ball**. [S.I.], 2013. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-4/Bowling-Ball.html>. Acesso em: 25 maio 2022.

HALL, Susan Bard. **Football**. [S.I.], 2013. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-3/Football.html>. Acesso em: 25 maio 2022.

HISTÓRIA do basquete. **Toda Matéria**, (S.L.), [200-?]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/historia-do-basquete/>. Acesso em: 27 maio 2022.

HISTÓRIA do futebol. [S.I.], 2012. Disponível em: <http://www.suapesquisa.com/futebol>. Acesso em: 23 maio 2022.

HISTORIA do voleibol. FEDERAÇÃO PAULISTA DE VOLLEY. São Paulo, [20--?]. Disponível em: https://www.fpv.com.br/historia_volleyball.asp. Acesso em: 26 maio 2022.

HISTÓRIA do voleibol. [S.I.], 2012. Disponível em: http://www.suapesquisa.com/educacaoesportes/historia_do_voleibol.htm. Acesso em: 23 maio 2022.

HOLMES, Gillian S. **Basketball**. [S.I.], 2013. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-6/Basketball.html>. Acesso em: 25 maio 2022.

HOW Tennis Balls are Made?. **Engineering World Chanel**. (S.L.), [200-?]. Disponível em: <https://www.engineeringworldchannel.com/tennisballs/>. Acesso em: 27 maio 2022

KENNEDY, III, Thomas J.; SIMONDS, Vicent J.; BINETTE, Mark L. **Liquid-filled golf ball with preferential internal structures**. US n. 7344453B2, 18 jun. 2007, 18 mar. 2008. Disponível em: <http://www.google.com/patents/US7344453?printsec=abstract&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 23 maio 2022.

LORENA, Susana. **Látex**. [S.I.], 2009. Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/latex>. Acesso em: 23 maio 2022.

LUKAS, Paul. *Going overtime at Wilson football factory*. **ESPN.COM**, [S.I.], 2011. Disponível em: http://sports.espn.go.com/espn/page2/story?page=lukas/110131_wilson_football_factory&sortCat=nfl. Acesso em: 23 maio 2022.

MURPHY, Daniel et al. **Molding processes and equipment for forming golf balls**. US n. 6769900B2, 21 ago. 2003, 03 ago. 2004. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/6769900.pdf>. Acesso em: 23 maio 2022.

O LARANJA no basquete. **MULHERES À CESTA: o basquete feminino no Brasil**. (S.L., [200-?]). Disponível em: <https://mulheresacesta.com.br/2021/02/o-laranja-no-basquete/>. Acesso em: 26 maio 2022.

ON the golf ball: from core to cover. **GolfStatus magazine**, Lincoln, NE, 2019. Disponível em: <https://golfstatus.com/blog/on-the-golf-ball>. Acesso em: 27 maio 2022.

PBWORKS. **Do que é feita a bola de futebol**. [S.I.], [2007]. Disponível em: <http://boladefutebol.pbworks.com/w/page/5384914/Do%20que%20%C3%A9%20feita%20a%20bola%20de%20futebol>. Acesso em: 23 maio 2022.

PEARSON, Toby. Soccer Ball Design. **SOCCER BALL WORLD**, (S.L.), Dec. 2019. Disponível em: <https://soccerballworld.com/soccer-ball-construction-and-design/>. Acesso em: 25 maio 2022.

PERSIANI, Felipe. Como são feitas as bolinhas de tênis? **Revista Tênis**, set. 2020. Disponível em: https://revistatenis.uol.com.br/artigo/como-sao-feitas-bolinhas-de-tenis_17396.html. Acesso em: 26 maio 2022.

POLIÉSTER. In: INFOPÉDIA: enciclopédia e dicionários. Porto: Porto Editora, 2013. Disponível em: [http://www.infopedia.pt/\\$poliester](http://www.infopedia.pt/$poliester). Acesso em: 23 maio 2022.

QUAL é a diferença entre a borracha natural e a sintética? **Mundo Estranho**, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/qual-e-a-diferenca-entre-a-borracha-natural-e-a-sintetica>. Acesso em 23 maio 2022.

RAMOS, Jefferson Evandro Machado. HISTÓRIA do basquete. [S.I.], 2020. Disponível em: http://www.suapesquisa.com/educacaoesportes/historia_do_basquete.htm. Acesso em: 23 maio 2022.

RON. **Please make me a baseball!** [S.I.], 2009. Disponível em: <http://www.toysperiod.com/blog/toy-history/please-make-me-a-baseball>. Acesso em: 23 maio 2022.

RONDINELLI, Paula. **Futebol americano**. [S.I.], 2013. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/educacao-fisica/futebol-americano.htm>. Acesso em: 23 maio 2022.

SHEPPARD, Laurel M. **Golf ball**. [S.I.], 2013. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-3/Golf-Ball.html>. Acesso em: 25 maio 2022.

SILVA, Samille Sampaio da. **Máquinas para fabricação de bolas esportivas**. Feira de Santana, 2013. [entrevista *in loco*]. Em 27 fev. 2013.

SOBRE BOLAS DE TÊNIS: história. **CASA DO TENISTA**, Porto Alegre, [200-?]. Disponível em: <https://www.casadotenista.com.br/sobre-bolas-de-tenis>. Acesso em: 25 maio 2022.

SORRISO HORNETS. (S.L.) dez. 2016. Disponível em: https://m.facebook.com/SorrisoHornets.FA/posts/739227506229824/?_rdr. Acesso em: 25 maio 2022.

SOUZA, Líria Alves de. **Nylon**: um polímero resistente. [S.I.], 2013. Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/nylon-um-polimero-resistente.htm>. Acesso em: 23 maio 2022.

SPALDING. **Spalding basketballs**. [Glasgow], [200-?]. Disponível em: <http://www.sportsleisurewear.com/basketballs.php>. Acesso em: 23 maio 2022.

USGA. UNITED STATES GOLF ASSOCIATION. **Rules of golf for 2019**: Updated June 2018. New York: The United States Golf Association and R&A Rules Limited, 2019. Disponível em: <https://www.usga.org/content/dam/usga/images/rules/rules-modernization/golf-new-rules/Rules%20of%20Golf%20for%202019.pdf>. Acesso em: 25 maio 2022.

VOLEIBOL. **Portal São Francisco**. [S.I.], [200-?]. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/voleibol/voleibol.php>. Acesso em: 23 maio 2022.

WOODWARD, Angela. **Soccer Ball**. [S.l.], 2013. Disponível em:
<http://www.madehow.com/Volume-5/Soccer-Ball.html>. Acesso em: 25 maio 2022.

Identificação do Especialista

Abel Ribeiro de Jesus – Graduado, Mestre e Doutorando em Engenharia Mecânica pela UFBA

Adriano de Oliveira Gordilho Neto – Graduando em Engenharia Mecânica pela UFBA

Filipe Cardoso Cerqueira – Graduando em Engenharia Mecânica pela UFBA

Lucas Bulos – Graduando em Engenharia Mecânica pela UFBA

Lucas Gordiano de souza – Graduando em Engenharia Mecânica pela UFBA



Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

www.respostatecnica.org.br