



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 1107035-8 A2

(22) Data do Depósito: 26/12/2011

(43) Data da Publicação: 10/11/2015

(RPI 2340)



(54) Título: SISTEMAS E MÉTODOS DE MONITORAMENTO DE DESEMPENHO ATLÉTICO EM AMBIENTE DE ESPORTES EM EQUIPE

(51) Int. Cl.: G01S 13/74; G01S 13/82; G01S 13/34; A63B 71/00

(52) CPC: G01S 13/74; G01S 13/82; G01S 13/34; A63B 71/00

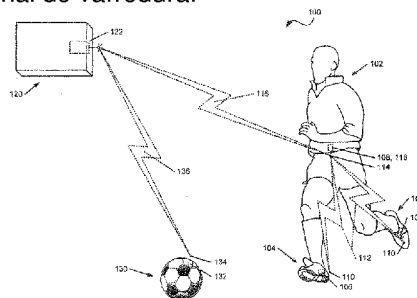
(30) Prioridade Unionista: 29/12/2010 US 12/980.800

(73) Titular(es): NIKE INTERNATIONAL LTD.

(72) Inventor(es): JAMES MOLYNEUX, AARON B. WEAST, BRANDON S. BURROUGHS, SCOTT R. BERGGREN, CLAYTON J. LINDSAY, JORDAN M. RICE, BERT B. BUXTON, EDWARD S. LOWE

(74) Procurador(es): NELLIE D SHORES

(57) Resumo: SISTEMAS E MÉTODOS DE MONITORAMENTO DE DESEMPENHO ATLÉTICO EM AMBIENTE DE ESPORTES EM EQUIPE. Sistemas, aparelhos e métodos estimam a distância entre um jogador e uma bola transmitindo um pio (sinal de varredura) para uma rádio-etiqueta localizada na bola. Durante o pio, a frequência do sinal transmitido é alterada de maneira predeterminada. A rádio-etiqueta duplica a frequência transmitida e envia de volta o sinal processado a um transceptor localizado no(a) jogador(a). A frequência atualmente transmitida é em seguida comparada com a frequência recebida de modo a se obter uma diferença de frequência a partir da qual o aparelho pode estimar a distância. O aparelho pode receber simultaneamente o sinal processado da rádio-etiqueta enquanto transmite o sinal de varredura.



“SISTEMAS E MÉTODOS DE MONITORAMENTO DE DESEMPENHO ATLÉTICO EM AMBIENTE DE ESPORTES EM EQUIPE”

DADOS SOBRE PEDIDOS AFINS

Este pedido é uma continuação em parte do pedido de patente norte-americano co-
pendente No. de Série 12/630 703, intitulado “Sistemas e Métodos de Monitoramento de
Desempenho Atlético em Ambiente de Esportes em Equipe” e depositado a 3 de dezembro
de 2009. Além disto, este presente pedido reivindica prioridade com base (a) no pedido de
patente provisório norte-americano No. 61/200 053, depositado a 5 de dezembro de 2008 e
intitulado “Sistemas e Métodos de Monitoramento de Desempenho Atlético em Ambiente de
Esportes em Equipe”, e (b) no pedido de patente provisório norte-americano No. 61/186 740,
depositado a 12 de junho de 2009 e intitulado “Sistemas e Métodos de Monitoramento de
Desempenho Atlético em Ambiente de Esportes em Equipe”. Estes pedidos de patente pro-
visórios anteriores são inteiramente aqui incorporados à guisa de referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a sistemas e métodos para monitorar o desempenho
de jogadores(as) durante atividades atléticas (como, por exemplo, durante um jogo, uma
sessão de prática, um treino, etc.), inclusive atividades atléticas orientadas para equipes.
Tais sistemas e métodos podem ser úteis para avaliar o desempenho de um(a) ou mais jo-
gadores(as) em diversas atividades esportivas em equipe, tais como futebol, basquetebol,
futebol americano, hóquei, rúgbi, hóquei de campo, lacrosse, basebol, críquete, voleibol,
badminton e semelhantes. Os sistemas e métodos podem ser usados pelo indivíduo como
instrumento de medição e motivação para aperfeiçoar-se, assim como por instrutores ou
treinadores.

ANTECEDENTES

Muitos sistemas estão disponíveis para medir aspectos de desempenho atlético.
Por exemplo, muitos ginásios e centros de aperfeiçoamento físico são equipados com sis-
temas especializados que ajudam a rastrear o uso pelo usuário das máquinas (como, por
exemplo, leitoras de cartão, equipamento de RFID, etc.). Os dados de uso podem ser auto-
maticamente gerados e transferidos para um sistema de computador central e disponibiliza-
dos para o exame do atleta. Uma desvantagem de tais sistemas é que seu uso está confi-
nado ao uso com equipamento especializado dentro das “quatro paredes” do ginásio ou cen-
tro de aperfeiçoamento físico.

O sistema de monitoramento de desempenho atlético NIKE+™ (obtenível da NIKE,
Inc. de Beaverton, Oregon) apresenta um sistema e um método adequados que permitem
que indivíduos meçam e coletem dados referentes a exercícios de ambulatório, tais como
andar e correr. A coleta de dados com o uso de um sistema NIKE+™ não está confinada a
qualquer localização geográfica específica. Em vez disso, o sistema pode ser usado em

qualquer local desejado, tanto interno quanto externo.

Nem todos os exercícios pessoais e esforços atléticos, contudo, são limitados a andar e correr. Muitos indivíduos participam de jogos em equipe, tais como futebol, basquetebol, futebol americano e semelhantes. Atualmente, não há sistema fácil ou adequado que seja útil para coletar, compilar e armazenar dados automaticamente que mostram de maneira precisa e empírica os esforços de um(a) jogador(a) quando participa destes esportes em equipe. Tais sistemas seriam úteis para ajudar o(a) jogador(a) a aferir seu desempenho, para ajudar o(a) jogador(a) a identificar as áreas onde o aperfeiçoamento pode ser obtido e para ajudar o(a) jogador(a) a reconhecer quando o aperfeiçoamento foi obtido. Além disso, tais sistemas seriam ferramentas úteis para instrutores e treinadores, no sentido de ajudá-los a verificar os pontos fortes e os pontos fracos de cada indivíduo e ajudá-los a pôr em campo a melhor combinação de jogadores(as) para uma dada situação de jogo (como, por exemplo, uma equipe “ofensiva”, uma equipe “defensiva”, etc.). Além do mais, tais sistemas podem proporcionar enorme motivação para o atleta ao habilitar o atleta (ou outros) a estabelecer objetivos e/ou desafios de desempenho.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A seguir é apresentado um sumário geral dos aspectos da presente invenção de modo a se obter um entendimento básico da invenção e de diversas feições exemplares dela. Este sumário não se destina a limitar o alcance da invenção de maneira nenhuma, mas simplesmente proporciona uma vista panorâmica e um contexto gerais para a descrição mais detalhada que se segue.

Os aspectos desta invenção referem-se a sistemas, métodos e meios passíveis de leitura por computador com instruções executáveis por computador armazenadas neles para executar métodos e/ou acionar interfaces com usuário referentes ao monitoramento do desempenho de jogadores(as) durante atividades atléticas (como, por exemplo, durante um jogo, uma sessão de prática, um treino, etc.), inclusive atividades atléticas orientadas para equipes.

Aspectos adicionais desta invenção referem-se a sistemas e métodos para detectar e monitorar diversas métricas de desempenho atlético, como, por exemplo, no decorrer de um jogo, uma prática, uma sessão de treinamento, exercícios de treinamento e semelhantes.

Os sistemas de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir sistemas para monitorar os parâmetros de desempenho de um ou mais atletas em um cenário de esporte em equipe. Tais sistemas podem incluir um ou mais de: (a) um sistema de sensor para monitorar um ou mais de: (i) um primeiro parâmetro correlacionado com a velocidade de movimento de um(a) primeiro(a) jogador(a) durante um primeiro período de tempo, (ii) um segundo parâmetro correlacionado com a determinação de quando o(a) pri-

meiro(a) jogador(a) está de posse da bola e quando o(a) primeiro(a) jogador(a) não está de posse da bola durante o primeiro período de tempo e (iii) um terceiro parâmetro correlacionado com a velocidade de transferência de bola, força ou energia do(a) primeiro(a) jogador(a) durante o primeiro período de tempo; (b) um sistema de armazenamento de dados para armazenar os dados coletados pelo sistema de sensor referentes aos primeiro, segundo e terceiro parâmetros; (c) um sistema de processador para receber e processar os dados armazenados no sistema de armazenamento de dados; e (d) um dispositivo de saída para transmitir saída perceptível pelo usuário, que inclui informações de métrica de desempenho atlético baseadas nos dados coletados e armazenados.

Como alguns exemplos adicionais, os sistemas de monitoramento de desempenho atlético de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir: (a) pelo menos um sistema de sensor selecionado do grupo que consiste em: um sistema de sensor baseado no sistema RADAR, um sistema de sensor baseado em rádio ou radiofrequência, um sistema de sensor baseado em satélite global de posicionamento, um sistema de sensor baseado em ímã, um sistema de sensor baseado em bobina magnética, um sistema de sensor de pressão, um sistema de sensor com acelerômetro, um sistema de sensor baseado em giroscópio, um sensor de tempo ou relógio e uma bússola, em que pelo menos um do pelo menos um sistema de sensor é instalado em uma peça de roupa, em um calçado, em uma bola ou em um disco de borracha de hóquei; (b) dispositivos para receber saída do pelo menos um sistema de sensor; e (c) dispositivos de processamento programados e adaptados para determinar ou detectar, com base na saída recebida nos dispositivos para receber, em dados referentes a pelo menos um evento, métrica ou feição, selecionados do grupo que consiste: no recebimento, pelo(a) jogador(a), da posse da bola ou disco de borracha; na posse da bola ou disco de borracha pelo(a) jogador(a); na velocidade do(a) jogador(a) enquanto está de posse da bola ou disco de borracha; em uma ou mais características de drible com a bola; em um evento de pancada ou arrancada; no controle rigoroso da bola ou disco de borracha; na distribuição dos pés durante os dribles; no controle de uma bola ou disco de borracha entrante; em um evento de passe de toque; em um evento evitado por bloqueio; em um evento de bloqueio bem sucedido; em um evento de pele; em um mapa térmico quando da posse ou proximidade da bola; em uma métrica de intensidade do(a) jogador(a); em informações sobre zonas de chute; na distribuição de, ou informações sobre, trajetórias de voo da bola ou disco de borracha; em informações sobre chute ou batida mais longa; em informações sobre ângulo de elevação de voo da bola ou disco de borracha; em informações sobre distribuição de tipos de chute; em informações sobre potência do chute ou jogada; em informações sobre estilos de chute ou passe; em informações sobre potência de chute ou jogada a uma velocidade de movimento de limite predeterminada; em informações sobre precisão de passe a uma velocidade de movimento de limite predeterminada; em

informações sobre rebatida de bola; em um evento de decisão com chute livre; em informações que distinguem um chute livre de um chute de pênalti; em um evento de bola parada para retomada do jogo; em um evento de defesa de bola parada para retomada do jogo; em informações para determinar se um chute de bola parada para retomada do jogo está dire-

5 cionado para o gol; em informações sobre direção de movimento do(a) jogador(a) baseadas no ângulo do corpo; em um evento de drible para dentro do(a) jogador(a); em um evento de drible para dentro do(a) jogador(a) quando na posse ou próximo da bola; na direção ou tipo de movimento do(a) jogador(a); em informações referentes à quantidade de tempo que o(a) jogador(a) gasta sobre seus artelhos; na direção de postura do(a) jogador(a) ou na direção

10 para a qual se volta o(a) jogador(a); em informações sobre posição de oposição homem a homem; em informações referentes à capacidade do(a) jogador(a) de atrair oposição; em informações referentes à velocidade do(a) jogador(a) em se livrar de jogadores(as) defensivos(as); em um evento de passe bem sucedido; em um evento de interceptação de passe; em um evento de passar e avançar; em informações referentes a um passe de bola ou disco

15 de borracha que passa nas proximidades de um(a) jogador(a) defensivo(a), mas continua de modo a completar um passe bem sucedido; em informações sobre distribuição de direção de passe; em informações sobre distribuição de passes do(a) jogador(a); em informações que indicam um evento fora dos limites; em informações que indicam um evento fora dos limites intencional; informações que identificam um(a) goleiro(a); em informações que identi-

20 ficam um gol marcado; em informações que identificam um gol perdido; em informações que identificam um evento de defesa do(a) goleiro(a); em informações que identificam um evento de defesa do(a) goleira(a) com relação à velocidade da bola acima de um valor de limite predeterminado; em informações que identificam um evento de avanço ou bloqueio do(a) goleiro(a); em informações que identificam um evento de mergulho do(a) jogador(a) ou de

25 salto do(a) jogador e, opcionalmente, sobre a altura de salto associada ao evento de salto; em informações que identificam um evento de chute de primeira; em informações que identificam uma jogada a gol que sai dos limites; em informações que identificam uma jogada a gol; em uma escolha automática de capitães de equipe; em uma escolha automática de goleiros(as) de equipe; em uma escolha automática de equipes; em informações que indicam o

30 início do jogo; em informações para identificar automaticamente a direção de jogo para uma equipe ou um(a) jogador(a) individual; em informações para identificar automaticamente os(as) companheiros(as) de equipe de um(a) jogador(a) individual ou uma equipe inteira com base em informações sobre distribuição de passes; em informações para identificar automaticamente os(as) companheiros(as) de equipe de um(a) jogador(a) individual ou uma

35 equipe inteira com base na orientação do(a) jogador(a); em informações para identificar automaticamente os(as) companheiros(as) de equipe de um(a) jogador(a) individual ou uma equipe inteira com base na orientação de um objeto, em que cada jogador(a) porta um obje-

to que é orientado de uma primeira maneira predeterminada de modo a indicar jogadores(as) em uma equipe; na identificação de equipes que usa informações sobre proximidade ou passagem da bola pré-jogo; em informações referentes às características magnéticas da bola; em informações sobre malabarismo com a bola; informações sobre pressão da bola
 5 como uma função da resistência do campo magnético associada à bola; na proximidade da bola com relação a uma peça de roupa; em informações para alterar o estado do fluido magnético contido em um sapado baseadas na proximidade da bola ou do disco de borracha; em informações para alterar o estado de uma peça de engrenagem protetora baseadas na proximidade do pé; informações referentes ao estado de corrida baseadas nas propriedades magnéticas de um calçado; em informações referentes à entrada no campo de jogo
 10 baseadas na detecção de um campo magnético; em informações sobre o tempo de posse da bola baseadas na reação de estados de um sensor de comutador magnético dentro de um sapato a um gerador de campos magnéticos dentro de uma bola ou disco de borracha; em informações referentes a um mapa térmico de localização do(a) jogador(a) no campo;
 15 em informações referentes à natureza explosiva do(a) jogador(a); e em informações referentes a se a bola está sendo lançada ou chutada.

Aspectos adicionais da invenção referem-se à estimação da distância entre o(a) jogador(a) e a bola pela transmissão de um pio (que pode ser referido como sinal de varredura) para uma etiqueta localizada na bola. Durante o pio, a frequência do sinal transmitido é
 20 alterada de maneira predeterminada. A etiqueta duplica a frequência transmitida e envia de volta o sinal processado a um transceptor tipicamente localizado no(a) jogador(a). A frequência atualmente transmitida é comparada com a frequência recebida de modo a se obter uma frequência diferente a partir da qual um aparelho pode estimar a distância e a velocidade. O aparelho pode simultaneamente receber o sinal processado da etiqueta enquanto
 25 transmite o sinal de varredura.

Aspectos adicionais desta invenção referem-se a métodos para acionar sistemas de monitoramento de desempenho atlético dos tipos descritos acima, assim como métodos de monitoramento de desempenho atlético que determinam ou detectam dados referentes a pelo menos um evento, métrica ou feição descrita acima, como, por exemplo, usando os
 30 diversos sistemas descritos acima. Outros aspectos adicionais desta invenção referem-se a sistemas de saída perceptível pelo usuário, que incluem interfaces gráficas com usuário exibidas em dispositivos de computador que fornecem informações de saída a usuários de sistemas e métodos de acordo com esta invenção.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

35 A presente invenção é mostrada a título de exemplo e não limitada nas figuras anexas, nas quais os mesmos números de referência indicam os mesmos elementos ou elementos semelhantes em toda parte, e nas quais:

A Figura 1 mostra de maneira geral os componentes e feições de um sistema de monitoramento de desempenho atlético exemplar de acordo com esta invenção;

As Figuras 2A a 2E mostram feições exemplares de diversos produtos que podem ser usados em sistemas e métodos de monitoramento de desempenho atlético de acordo com esta invenção;

A Figura 3 mostra uma vista esquemática com uma representação mais detalhada de determinados componentes da Figura 1;

As Figuras 4 e 5 mostram feições de um sistema de monitoramento de desempenho atlético exemplar alternativo de acordo com esta invenção;

As Figuras 6 e 7 mostram diversas feições potenciais úteis na determinação de “posse” da bola ou “proximidade” da bola de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção;

As Figuras 8A a 8C mostram variações em sistemas de identificação de radiofrequência (“RFID”) que podem ser usados em determinações de “proximidade” ou “posse” em sistemas e métodos de monitoramento de desempenho atlético de acordo com esta invenção;

A Figura 9 mostra feições e componentes exemplares de um sistema de determinação de “proximidade” ou “posse” baseado em RFID semi-passivo que pode ser usado em sistemas e métodos de acordo com esta invenção;

A Figura 10 feições e componentes exemplares de um sistema de determinação de “proximidade” ou “posse” baseado em rádio-pacotes digital que pode ser usado em sistemas e métodos de acordo com esta invenção;

A Figura 11 mostra um sistema duplicador de frequência passivo exemplar que pode ser usado em sistemas e métodos de determinação de “proximidade” ou “posse” de acordo com esta invenção;

A Figura 12 mostra feições e componentes exemplares de um sistema de determinação de “proximidade” ou “posse” baseado no sistema RADAR que pode ser usado em sistemas e métodos de acordo com esta invenção;

A Figura 13 é um diagrama que ajuda na discussão do uso concomitante por vários(as) jogadores(as) de sistemas e métodos da invenção e de “colisões de dados”;

A Figura 14 é um diagrama que ajuda na discussão do uso concomitante por vários(as) jogadores(as) de sistemas e métodos de acordo com esta invenção;

As Figuras 15-18 mostram feições exemplares de interfaces com usuário que podem proporcionadas por sistemas e métodos de acordo com exemplos desta invenção;

As Figuras 19A e 19B mostram diversas feições que ajudam a explicar as diferenças na resposta de detector para ações de lançamento *versus* ações de chute de acordo com exemplos desta invenção;

A Figura 20 ajuda na explicação da detecção e/ou medição de uma métrica de “explosividade” de acordo com exemplos desta invenção;

A Figura 21 ajuda na explicação da detecção e/ou medição de uma métrica de aceleração de acordo com exemplos desta invenção;

5 As Figuras 22 a 94 ajudam na explicação da detecção e/ou medição de diversas métricas, feições de desempenho atlético e/ou outras feições de sistemas e métodos de acordo com exemplos desta invenção;

A Figura 95 mostra uma modalidade exemplar de uma etiqueta duplicadora de frequência passiva que pode ser embutida em um disco de borracha ou bola de acordo com
10 modalidades da invenção;

A Figura 96 mostra uma antena sinuosa de dois elementos que pode ser incorporada com uma etiqueta duplicadora de frequência de acordo com modalidades da invenção;

A Figura 97 mostra um gráfico de antena para uma antena sinuosa de dois elementos a 2,45 GHz de acordo com modalidades da invenção;

15 A Figura 98 mostra um gráfico de antena para uma antena sinuosa de dois elementos a 4,8 GHz de acordo com modalidades da invenção;

A Figura 99 mostra um dipolo fendilhado magnético cruzado que pode ser incorporado com uma etiqueta duplicadora de frequência de acordo com modalidades da invenção;

A Figura 100 mostra um gráfico de antena para um dipolo fendilhado magnético
20 cruzado a 2,45 GHz de acordo com modalidades da invenção;

A Figura 101 mostra um gráfico de antena para um dipolo fendilhado magnético cruzado a 4,9 GHz de acordo com modalidades da invenção;

A Figura 102 mostra um dipolo em forma de torniquete que pode ser incorporado com uma etiqueta duplicadora de frequência de acordo com modalidades da invenção;

25 A Figura 103 mostra um gráfico de antena para um dipolo em forma de torniquete a 2,45 GHz de acordo com modalidades da invenção;

A Figura 104 mostra um gráfico de antena para um dipolo em forma de torniquete a 4,9 GHz de acordo com modalidades da invenção;

A Figura 105 mostra um sistema para uma etiqueta duplicadora de frequência de
30 acordo com modalidades da invenção;

A Figura 106 mostra a relação entre o alcance e a intensidade de sinal de acordo com modalidades da invenção; e

A Figura 107 mostra um fluxograma que pode ser executado pelo sistema mostrado na Figura 105 de acordo com modalidades da invenção.

35 O leitor é informado de que as diversas peças mostradas nestes desenhos estão necessariamente desenhadas em escala.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A descrição seguinte e as figuras anexas revelam feições de sistemas, métodos, meios passíveis de leitura por computador e interfaces com usuário de acordo com exemplos da presente invenção.

5 I. Descrição Geral de Sistemas, Métodos e Interfaces com Usuário de acordo com esta Invenção

Os aspectos desta invenção referem-se a sistemas, métodos e meios passíveis de leitura por computador com instruções executáveis por computador armazenadas neles para executar métodos e/ou acionar interfaces com usuário referentes ao monitoramento do desempenho de jogadores(as) durante uma atividade atlética (como, por exemplo, durante um
10 jogo, uma sessão de prática, um treino, etc.), inclusive atividades atléticas orientadas para equipes.

Os sistemas de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir sistemas para monitorar parâmetros de desempenho de um ou mais atletas em um cenário de esportes em equipe (como, por exemplo, em um jogo, durante uma prática, como
15 parte de um programa de treinamento, etc.). Qualquer tipo desejado de esporte em equipe pode estar envolvido dentro ao alcance desta invenção, como, por exemplo, futebol, basquetebol, futebol americano, hóquei, rúgbi, hóquei de campo, lacrosse, baseball, críquete, voleibol, badminton, tênis e semelhantes. Tais sistemas podem acumular dados referentes a um indivíduo em uma equipe, a vários indivíduos em uma equipe e/ou a um ou mais indivíduos em cada equipe participante.
20

Como alguns exemplos mais específicos, os sistemas de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir sistemas para monitorar desempenho(s) atlético(s) que incluem: (a) um sistema de sensor para monitorar um ou mais de: (i) um primeiro parâmetro correlacionado com a velocidade de movimento de um(a) primeiro(a) jogador(a)
25 durante um primeiro período de tempo, (ii) um segundo parâmetro correlacionado com a determinação de quando o(a) primeiro(a) jogador(a) está de posse da bola e quando o(a) primeiro(a) jogador(a) não está de posse da bola durante o primeiro período de tempo e (iii) um terceiro parâmetro correlacionado com a velocidade de transferência de bola, força ou energia do(a) primeiro(a) jogador(a) durante o primeiro período de tempo; e (b) um sistema
30 de armazenamento de dados para armazenar os dados coletados pelo sistema de sensor referentes aos primeiro, segundo e terceiro parâmetros. O termo “bola”, conforme aqui usado, constitui qualquer item usado em atividades esportivas que é possuído, lançado, golpeado, chutado, atingido ou senão propelido pelos(as) atletas de modo a alcançarem um objetivo desejado do jogo. Além de objetos que são substancialmente redondos ou esféricos,
35 tais como bolas de futebol, bolas de basquetebol, bolas de hóquei de campo, bolas de lacrosse, bolas de baseball, bolas de vôlei, bolas de tênis e bolas de críquete, o termo “bola”, quanto aqui usado genericamente, inclui também outros objetos relacionados com esportes,

tais como discos de borracha de hóquei, bolas de futebol americano, bolas de rúgbi, petecas de badminton e semelhantes.

Os sistemas de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir também: um sistema de processador para receber e processar dados armazenados no sistema de armazenamento de dados; e um dispositivo de saída (tal como um dispositivo de áudio; um dispositivo de vídeo; um dispositivo de exibição alfa-numérico; um monitor de computador; uma tela de exibição de outros dispositivos eletrônicos, tais como telefones celulares, relógios ou outros dispositivos portados no pulso, dispositivos eletrônicos portáteis, etc.) para gerar uma saída perceptível pelo usuário.

Com base nos dados detectados, os sistemas e métodos de acordo com esta invenção podem determinar quaisquer dados desejados associados ao desempenho atlético. Como alguns exemplos mais específicos, os sistemas e métodos de acordo com exemplos desta invenção podem determinar uma ou mais das métricas de desempenho seguintes para um(a) ou mais dos(as) jogadores(as) que participam de uma atividade atlética: a velocidade de movimento máxima do(a) jogador(a) durante um período de tempo desejado; a velocidade de movimento média do(a) jogador(a) durante um período de tempo desejado; a velocidade de movimento do(a) jogador(a) correlacionada com o tempo durante um período de tempo desejado; o número de vezes em que a velocidade de movimento do(a) jogador(a) ultrapassou um valor de limite predeterminado durante um período de tempo desejado; a quantidade de tempo em que o(a) jogador(a) teve posse da bola durante um período de tempo desejado; a quantidade de tempo em que o(a) jogador(a) ficou localizado(a) a uma distância predeterminada da bola durante um período de tempo desejado; a velocidade de movimento do(a) jogador(a) quando de posse da bola durante um período de tempo desejado; a velocidade de movimento máxima do(a) jogador(a) quando de posse da bola durante um período de tempo desejado; a velocidade de movimento média do(a) jogador(a) quando de posse da bola durante um período de tempo desejado; a velocidade de movimento do(a) jogador(a) correlacionada com o tempo quando de posse da bola durante um período de tempo desejado; a velocidade de transferência da bola, força ou potência (como, por exemplo, velocidade do chute, velocidade do passe, velocidade do lançamento, velocidade da jogada, etc.) durante um período de tempo desejado; a velocidade, força ou potência máxima de transferência da bola do(a) jogador(a) durante um período de tempo desejado; a distância de movimento total do(a) jogador(a) durante um período de tempo desejado; a distância de movimento total do(a) jogador(a) enquanto de posse da bola durante um período de tempo desejado; o número de vezes em que o(a) jogador(a) teve a posse da bola durante um período de tempo desejado; o número de vezes em que o(a) jogador(a) esteve localizado a uma distância predeterminada da bola durante um período de tempo desejado; o número de vezes em que o(a) jogador(a) entrou em contato com a bola durante um período de

tempo desejado; um ou mais objetivos de desempenho para o(a) jogador(a); se o(a) jogador(a) alcançou um objetivo de desempenho; e um objetivo de desempenho revisado para o(a) jogador(a).

O sistema de saída associado a sistemas e métodos de acordo com esta invenção pode transmitir informações referentes o desempenho atlético do(a) jogador(a) sob qualquer forma, formado ou maneira desejada (de qualquer maneira perceptível pelo usuário, por exemplo). Por exemplo, o sistema de saída pode transmitir informações de áudio, vídeo, alfa-numéricas, tácteis e/ou gráficas (inclusive através de uma interface gráfica com usuário) referentes a qualquer uma das métricas de desempenho descritas acima.

Os métodos para monitorar atividades atléticas dos tipos descritos acima podem incluir uma ou mais das etapas seguintes: (a) detectar dados referentes a um ou mais de: (i) um primeiro parâmetro correlacionado com a velocidade de movimento de um(a) primeiro(a) jogador(a) durante um primeiro período de tempo, (ii) um segundo parâmetro correlacionado com a determinação de quando o(a) primeiro(a) jogador(a) está de posse da bola e quando o(a) primeiro(a) jogador(a) não está de posse da bola durante o primeiro período de tempo e (iii) um terceiro parâmetro correlacionado com a velocidade de transferência de bola, força ou energia do(a) primeiro(a) jogador(a) durante o primeiro período de tempo; (b) armazenar os dados referentes aos primeiro, segundo e terceiro parâmetros; (c) calcular ou determinar uma ou mais métricas de desempenho atlético com base nos dados detectados ou armazenados; e (d) gerar uma saída perceptível pelo usuário que inclua informações referentes a uma ou mais das métricas de desempenho atlético calculadas ou senão determinadas. As métricas de desempenho podem ser de qualquer um dos diversos tipos descritos acima. A saída perceptível pelo usuário pode estar sob qualquer uma das diversas formas ou formatos descritos acima (informações de áudio, vídeo, alfa-numéricas, tácteis e/ou gráficas, por exemplo).

Quando o desempenho atlético de vários participantes é rastreado, os “períodos de tempo” para o rastreamento podem ser os mesmos ou diferentes dentro do alcance desta invenção. Por exemplo, os sensores podem coletar dados para cada jogador(a) apenas durante o período de tempo em que o(a) jogador(a) está realmente ativo(a) no jogo (quando o(a) jogador(a) não está no banco, por exemplo). O(s) período(s) de tempo pode(m) abarcar um ou mais jogos ou sessões de prática ou pode(m) envolver blocos contínuos ou descontínuos de tempo (se o(a) jogador(a) entrar e sair do jogo, por exemplo, os sensores podem detectar a atividade do(a) jogador(a) no decorrer do jogo inteiro como um único “período de tempo”, mas somente enquanto o(a) jogador(a) estiver ativamente envolvido(a) no jogo).

Aspectos adicionais desta invenção referem-se à geração de saída perceptível pelo usuário referente a métricas de desempenho atlético medidas e/ou determinadas por sistemas e métodos de acordo com esta invenção. Em alguns exemplos, esta saída pode estar

sob a forma de uma interface gráfica com usuário gerada em um dispositivo de exibição controlador por computador (como, por exemplo, um monitor de computador, uma tela de exibição para um telefone celular ou outro dispositivo eletrônico portátil, outros dispositivos de exibição de áudio e/ou vídeo, etc.). Tais aspectos da invenção podem incluir meios pas-

5 síveis de leitura por computador (tais como uma memória de computador, uma unidade de disco rígido, um dispositivo de memória de computador portátil e semelhantes) que incluem instruções executáveis por computador armazenadas neles para gerar uma interface gráfica com usuário em um dispositivo de exibição, em que a interface gráfica com usuário inclui uma ou mais de: (a) uma parte de exibição que contém informações referentes à velocidade

10 de movimento do(a) jogador(a) durante um período de tempo desejado de uma atividade de desempenho atlético; (b) uma parte de exibição que contém informações referentes à posse da bola pelo(a) jogador(a) durante um período de tempo desejado; (c) uma parte de exibição que contém informações referentes à velocidade de transferência de bola, força ou energia do(a) jogador(a) durante o período de tempo desejado; (d) uma parte de exibição que con-

15 têm informações referentes à velocidade de movimento máxima do(a) jogador(a) durante um período de tempo desejado; (e) uma parte de exibição que contém informações referentes à velocidade de movimento máxima do(a) jogador(a) enquanto de posse da bola durante um período de tempo desejado; (f) uma parte de exibição que contém informações referentes ao número de vezes em que a velocidade de movimento ou potência do(a) jogador(a) ultrapas-

20 sou um limite predeterminado durante um período de tempo desejado; e (g) uma parte de exibição que contém informações referentes ao número de vezes em que o(a) jogador(a) teve posse da, ou entrou em contato com a, bola durante um período de tempo desejado. Duas ou mais das diversas partes de exibição podem ser exibidas simultaneamente ou po-

dem acessar as informações contidas em algumas das partes de exibição através da intera-

25 ção com um elemento apresentado em outra das partes de exibição.

Dada a descrição geral de diversas feições e aspectos exemplares apresentada acima, são apresentadas a seguir descrições mais detalhadas de diversos exemplos específicos de sistemas, métodos, meios passíveis de leitura por computador e interfaces com usuário para monitoramento de desempenho atlético de acordo com a invenção.

30 II. Descrição Detalhada de Exemplos Específicos de Sistemas e Métodos de Monitoramento de Desempenho Atlético de acordo com a Invenção

A discussão seguinte e as figuras anexas descrevem diversos sistemas, métodos e meios passível de leitura por computador exemplares com instruções executáveis por computador armazenadas neles para executar métodos, sistemas operacionais e gerar saída

35 perceptível pelo usuário referente ao monitoramento do desempenho de jogadores(as) durante uma atividade atlética (como, por exemplo, durante um jogo, uma sessão de prática, um treino, etc.), inclusive atividades atléticas orientadas para equipes. Quando o mesmo

número de referência aparece em mais de um desenho, esse número de referência é usado de maneira constante neste relatório e nos desenhos para referir-se às mesmas peças ou elementos ou a peças ou elementos semelhantes em toda parte.

Inicialmente, será descrito um hardware exemplar para acionar sistemas e executar métodos de acordo com esta invenção. Em seguida, será descrita uma explicação mais detalhada de exemplos de monitoramento de desempenho e determinação de métricas de desempenho. Serão descritas feições exemplares de uso de sistemas e métodos de acordo com esta invenção em um ambiente de vários usuários. Além disto, serão descritas feições de uma interface com usuário exemplar para fornecer realimentação e informações ao usuário.

A. SISTEMAS DE HARDWARE EXEMPLARES

A Figura 1 mostra de maneira geral feições de componentes de hardware exemplares que podem ser incluídos em um sistema de monitoramento de desempenho atlético de acordo com esta invenção. Em primeiro lugar, o sistema 100 pode incluir um ou mais sensores que são portados pelo(a) atleta 102 no decorrer do jogo, sessão de prática ou semelhante (genericamente aqui referido como “desempenho atlético” ou “atividade atlética”). Como alguns exemplos mais específicos, um ou mais dos sapatos 104 do(a) atleta podem portar um sensor 106 neles. Conforme descrito mais detalhadamente a seguir, os sensores instalados em sapato 106 podem ser usados, pelo menos em parte, para medir diversas métricas de desempenho atlético, tais como velocidade de movimento, distância de movimento, velocidade de movimento com a bola, distância de movimento com bola, velocidade de movimento longe da bola, distância de movimento longe da bola, tempo ou contagem de posse da bola, velocidade de chute, etc. Os sensores baseados em sapato podem ser também usados para fornecer um registro ou identificar o(a) jogador(a) que chutou a bola (opcionalmente enquanto se usam também dados de um sensor baseado na bola). Em alguns sistemas e métodos exemplares de acordo com esta invenção, os sensores 106 baseados em sapatos 104 podem medir a velocidade e a distância de maneira afim à medição da velocidade e da distância nos sistemas de monitoramento de desempenho atlético NIKE+™, obteníveis da NIKE, Inc., de Beaverton, Oregon (informações do tipo sobre velocidade e/ou distância baseadas em pedômetro, por exemplo).

Se desejado, os sensores montados no pé 106 podem transmitir dados relevantes de volta para um receptor 108, também usado pelo(a) atleta 102. Embora os dados possam ser transmitidos de qualquer maneira desejada, a Figura 1 mostra de modo geral uma transmissão do tipo sem fio, conforme mostrado pelos elementos de transmissão 110, pelos ícones de transmissão 112 e pelo elemento de receptor 114. Qualquer sistema e método de transmissão sem fio ou cabeado desejado podem ser usados dentro do alcance desta invenção, inclusive o uso de qualquer formato ou protocolo de transmissão de dados cabeado

ou sem fio, inclusive os sistemas e protocolos de transmissão atualmente em uso nos sistemas de monitoramento de desempenho atlético NIKE+™.

O receptor 108 recebe os dados do sensor ou sensores montados em sapato 106 e armazena estes dados e/ou os transmite para um sistema de entrada 122 instalado em um sistema de computador remoto 120. Isto pode ser feito em tempo real, durante o desempenho atlético, se desejado. A Figura 1 mostra que o receptor 108 inclui um sistema de transmissão (isto é, o elemento de transceptor 114), e o procedimento de transmissão de dados real é representado na Figura 1 pelo ícone de transmissão 116.

O sistema de computador remoto 120 pode ser de qualquer tipo desejado de sistema de computador, em qualquer local desejado, dentro do alcance desta invenção. Por exemplo, o sistema de transmissão 114 pode transmitir através da Internet para um servidor ou outro sistema de computador 120 localizado remotamente, como, por exemplo, por meio de sistemas de telecomunicação celular ou outros sistemas de transmissão de dados sem fio pública ou privadamente disponíveis. Como outros exemplos, o sistema de transmissão 114 pode transmitir para um sistema de computador baseado em linha lateral ou baseado em caixa de instrutores 120, inclusive para sistemas de computador de mão ou portáteis 120, tais como os disponíveis em telefones celulares, assistentes digitais pessoais e semelhantes. Desta maneira, o instrutor, treinador ou atleta 102 (ou outros) podem ter prontamente os dados coletados disponíveis para exame e uso, mesmo em tempo real durante o desempenho atlético.

O receptor no corpo 18 pode incluir também um ou mais dispositivos de sensor 118, se desejado. Por exemplo, conforme será explicado mais detalhadamente a seguir, o(s) dispositivo(s) de sensor 118 pode(m) constituir um acelerômetro montado no centro do corpo que pode ser útil na determinação da aceleração do(a) jogador(a), da velocidade de movimento do(a) jogador(a), da distância de movimento do(a) jogador(a) da velocidade de movimento com a bola, da velocidade de movimento longe da bola, do deslocamento vertical (para cima ou para baixo) e semelhantes. O(s) dispositivo(s) de sensor 118 do receptor no corpo 108 pode(m) ser também útil(eis) para detectar a bola, para determinar métricas como o tempo de proximidade com a/posse da bola, a velocidade na bola, a aceleração na bola, a velocidade longe da bola, a aceleração longe da bola, etc. Se desejado, o(s) dispositivo(s) de sensor no centro do corpo 118 pode(m) ser utilizado(s) e o(s) dispositivo(s) de sensor baseado(s) no sapato 106 pode(m) ser eliminado(s) (ou *vice-versa*). Como outro exemplo, se desejado, o(s) dispositivo(s) de sensor baseado(s) no sapato 106 pode(m) transmitir diretamente para o sistema de computador 120, sem a transmissão intermediária para um receptor no corpo 108.

Em sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção, a bola 130 pode incluir também um ou mais sensores 132, um sistema de transmissão

de dados 134 ou outras capacidades eletrônicas (tanto ativas quanto passivas). Conforme mostrado na Figura 1, o sistema de transmissão de dados 134 da bola 130 pode transmitir também dados para o sistema de computador remoto 120 (conforme mostrado através do ícone de transmissão 136, por exemplo). Mais uma vez, pode ser usado qualquer tipo desejado de sistema de transmissão, tais como transmissão sem fio e protocolos de transmissão sem fio. Conforme será descrito mais detalhadamente a seguir, um sistema de sensor de bola 132 pode ser usado para fornecer informações úteis para determinar diversas métricas, tais como velocidade da bola, localização da bola, posse da bola (por contato da bola ou proximidade da bola com o(a) jogador(a), por exemplo), velocidade do chute, força do chute e semelhantes. O(s) sensor(es) de bola 132 pode(m) incluir, entre outras coisas, um ou mais acelerômetros, giroscópios, sensores de pressão (como, por exemplo, sensores piezelétricos, sensores de força, etc.), etiquetas de RFID, etc. Se desejado, o sistema de transmissão de dados 134 da bola pode transmitir para o receptor 108 além ou em lugar da transmissão para o sistema remoto 120.

As Figuras 2A e 2B mostram as feições de um sapato 104 que pode incluir um ou mais sensores 106 de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. Conforme mostrado nestas figuras, a sola 140 de um ou ambos os sapatos 104 pode incluir um alojamento 106a localizado de maneira centralizada, no qual o sensor 106 é montado. Conforme observado acima, este sensor 106 pode ser um sensor do tipo de velocidade e/ou distância baseado em acelerômetro ou pedômetro (como, por exemplo, um sensor piezelétrico, um sensor de força, etc.), e a localização e a estrutura de montagem podem ser afins à montagem dos sensores nos sistemas de monitoramento de desempenho atlético NIKE+™ obteníveis da NIKE, Inc., de Beaverton, Oregon (montados geralmente na área em arco da sola 140, dentro de um alojamento 106a definido na estrutura de meia sola e sob um forro de meia soquete ou elemento de palmilha do sapato 104, por exemplo). Outros locais, estruturas e disposições de montagem em um sapato 104 (ou em outro equipamento portado no pé ou na perna, tal como uma meia soquete, um protetor de canela, etc.) são possíveis dentro do alcance desta invenção.

Conforme também mostrado nas Figuras 2A e 2B, o sapato 104 pode incluir outros sensores, tais como o sensor 106b. Este sensor (ou sensores) 106b pode ser instalado para outros fins, tais como detecção de contato com a bola 130 (que pode estar correlacionada com a posse da bola), detecção da força de chute, detecção da aceleração do pé (que pode estar correlacionada com a força do chute, com a velocidade da bola, etc.) ou semelhantes, e pode ser instalado em qualquer local desejado no sapato 104 (como, por exemplo, no lado de fora, dentro da construção, sobre a, ou incorporado dentro da, gáspea, etc.). O sensor 106b pode ser um acelerômetro, um sensor de força, um sensor de pressão (um sensor piezelétrico, por exemplo) ou semelhante. Outros sensores podem ser também instalados em

um ou em ambos os sapatos 104 usados pelo(a) atleta 102 dentro do alcance desta invenção. Quando os sensores são instalados em ambos os sapatos, estes sensores podem medir os mesmos parâmetros ou parâmetros diferentes.

As Figuras 2A e 2B mostram que o sensor 106b é conectado ao sensor 106 por meio da conexão 144 e, desta maneira, os dados tanto do sensor 106 quanto do sensor 106b são transmitidos para o receptor 108 por meio do sistema de transmissão 110, 112 e 114. Isto não é um requisito. Por exemplo, se desejado, o sensor 106b pode incluir seu próprio sistema de armazenamento e/ou transmissão de dados para armazenar dados e/ou transmiti-los para o receptor 108 (ou para outro sistema remoto, tal como o sistema remoto 120). Outras disposições de armazenamento e/ou transmissão de dados são também possíveis dentro do alcance desta invenção.

A Figura 2C mostra esquematicamente um receptor no corpo 108 exemplar que pode ser incluído nos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. O receptor 108 deste exemplo inclui o dispositivo de entrada de dados 114, que recebe transmissões de dados dos sapatos 104 ou de outros sensores localizados remotamente (como, por exemplo, os sensores 106, 106b, 132, etc.). Estes dados gerados remotamente podem ser armazenados em um dispositivo de memória 150, também processados por um sistema de processador 152 e/ou imediatamente transferidos para o sistema de saída 154 (como, por exemplo, para transmissão para outro sistema remoto, como o sistema 120). Conforme mencionado acima, o receptor 108 pode incluir também um ou mais dos seus próprios sensores 118, tais como um acelerômetro, um detector de proximidade da bola ou outro elemento de sensor desejado.

A Figura 2C mostra o receptor 108 tendo um dispositivo de entrada 114 e um dispositivo de saída 154 separados. Isto não é um requisito. Se desejado, a entrada pode ser recebida no e a saída pode ser transmitida do receptor 108 com a utilização do mesmo sistema (como, por exemplo, um sistema de entrada/saída, tal como um transceptor sem fio). Quando presente como um sistema separado, o dispositivo de saída 154 pode assumir qualquer forma, tal como um transmissor sem fio (com a utilização de qualquer tecnologia ou protocolo de transmissão sem fio desejada(o)), uma porta de conexão com computador (tal como uma porta USB ou outra porta de conexão com computador) ou semelhante.

O receptor no corpo 108 pode assumir diversas formas diferentes dentro do alcance desta invenção. Por exemplo, a Figura 2C mostra o receptor 108 sob a forma de um prendedor 148 que pode ser preso, por exemplo, à faixa de cintura do short do(a) atleta (conforme mostrado na Figura 1, por exemplo). O receptor 108 pode também apresentar-se sob a forma de uma faixa de pulso, tal como um relógio ou outro dispositivo receptor de dados 160 portado no pulso, como o mostrado na Figura 2D. Opcionalmente, se desejado, o receptor 108 pode incluir um dispositivo de saída que fornece realimentação ao(à) atleta 102 em

tempo real, à medida que o desempenho atlético está ocorrendo (tal como um monitor de exibição 162 para saída alfa-numérica, de vídeo ou de texto; saída de áudio (tal como o alto-falante 164, um fone de ouvido, um botão de ouvido, etc.)), etc., conforme mostrado na Figura 2D. Como outra opção, o dispositivo de saída 154 pode fornecer saída a um dispositivo para fornecer realimentação em tempo real ao (à) atleta 102 (tal como um monitor, um alto-falante, um fone de ouvido, etc.).

A Figura 2E mostra um sistema total semelhante ao da Figura 1, exceto pelo fato de que, na Figura 2E, o receptor 108 é formado como parte de uma faixa de braço 170, que pode ser usada dentro da camisa do(a) atleta ou fora da camisa. Outras disposições e montagens para sensores, tais como os sensores 106, 106b e/ou 118 e/ou o receptor 108 (se presente ou necessário), são possíveis dentro do alcance desta invenção. Por exemplo, um ou mais dos sensores ou receptor podem ser integrados à roupa do(a) usuário(a), formados em, ou alojados dentro de, um bolso apresentado na faixa de cintura do short ou elástico da camisa de malha, como parte de uma estrutura de correia, etc. Como exemplos adicionais, o protetor de canela do(a) jogador(a) pode incluir um sensor e/ou um dispositivo de receptor (como, por exemplo, para detectar o mesmo tipo de dados detectado pelo(s) sensor(es) portado(s) no sapato, como o total de passos, informações sobre velocidade e distância do tipo de pedômetro, dados de acelerômetro, dados sobre contato com a bola, dados sobre proximidade da bola, força de chute, etc. Como outro exemplo, o receptor 108 ou sensor(es) 118 podem ser incluídos como parte de uma faixa de pescoço, faixa de cabeça ou outro acessório. De preferência, quaisquer sensores e/ou receptores montados no corpo serão leves, duráveis e posicionados de modo a terem pouco ou nenhum impacto sobre o desempenho ou jogo do(a) jogador(a) e de modo a terem pouca ou nenhuma possibilidade de machucar o(a) jogador(a) ou outros.

A Figura 3 mostra feições adicionais que podem ser incluídas nos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. Além dos dois sensores 106 montados no pé e do sensor 118 montado no corpo e do receptor 108, a Figura 3 mostra detalhes adicionais de um sistema remoto 120 exemplar que pode receber dados transmitidos do receptor 108 e/ou da bola 130 (por meio das conexões 116 e 136, respectivamente, por exemplo). Além de transmitirem dados dos sensores 106, 118 e/ou 132, as conexões de transmissão 116, 136 e/ou 112 podem ser também usadas para transmitir dados do sistema remoto 120 para o receptor 108, para a bola 130 e/ou para os sapatos 104, respectivamente (para fazer variar ou controlar aspectos dos sensores ou outros componentes eletrônicos instalados no receptor 108, na bola 130 e/ou nos sapatos 104, por exemplo).

O dispositivo remoto 120 pode ser, por exemplo, um aparelho de áudio e/ou vídeo portátil, um telefone celular, um assistente digital pessoal, um radiotransmissor, um aparelho de bip, um computador palm top, um computador portátil, um computador de mesa, um ser-

vidor ou qualquer tipo de dispositivo controlado por computador, opcionalmente um dispositivo controlado por computador que gere ou exiba uma entrada e/ou interface perceptível pelo ser humano. O dispositivo remoto 120 exemplar mostrado na Figura 3 inclui um sistema de processador 302 (que pode incluir um ou mais processadores ou microprocessadores), uma memória 304, uma fonte de alimentação 306, um dispositivo de saída 308, outros dispositivos de entrada de usuário 310 e um sistema de transmissão/recepção de dados 122 (um transceptor sem fio, por exemplo). O sistema de transmissão/recepção 122 é configurado para comunicação com o receptor 108, a bola 130 e/ou com os sensores no sapato 106 por meio dos sistemas de transmissão/recepção 114, 134 e/ou 110 através de qualquer tipo de comunicação eletrônica conhecida, inclusive métodos de comunicação com contato e sem contato, tais como RFID, Bluetooth, transmissão infravermelha, transmissões celulares, etc. O dispositivo de saída 308 pode constituir qualquer tipo desejado de dispositivo de saída que inclua uma interface perceptível pelo ser humano e/ou que gere saída, tal como um aparelho de áudio e/ou vídeo portátil, um telefone celular, um assistente digital pessoal, um radiotransmissor, um aparelho de bip, um computador palm top, um computador portátil, um computador de mesa, uma campainha, um vibrador e semelhantes. Neste exemplo mostrado, o dispositivo de saída 308 inclui uma interface com usuário 308a, que pode estar sob a forma de uma interface gráfica com usuário, tal como uma interface que mostra uma página de sítio da Rede da Internet ou outra representação gráfica semelhante de dados ou informações.

Os sistemas mostrados nas Figuras 1 a 3 são sistemas de transmissão em tempo real, potencialmente ativos que fornecem dados ao sistema remoto 120 à medida que a atividade atlética está ocorrendo. Isto não é um requisito. Por exemplo, o sistema 400 das Figuras 4 e 5 é muito mais passivo que os sistemas das Figuras 1 a 3. No que se refere aos sistemas de hardware, o sistema da Figura 4 é semelhante aos das Figuras 1 a 3, exceto pelo fato de que os sistemas de transmissão 114 e 134 são removidos, e o receptor 108 e a bola 130 funcionam mais como registradores de dados. Mais especificamente, o receptor 108 e a bola 130 armazenam dados dos sensores 106, 118 e/ou 132 enquanto a atividade atlética ocorre e os guardam para transmissão posterior para um sistema remoto 120, como, por exemplo, para análise, exame pós-atividade, etc. Se desejado, mesmo as transmissões de dados 112 dos sapatos 104 para o receptor 108 podem ser omitidas, e os dados baseados no sapato podem ser armazenados localmente com os sensores no sapato 106 para transferência posterior.

Opcionalmente, se desejado, o receptor 108 pode incluir alguma espécie de monitor (como o mostrado na Figura 2D, por exemplo) ou outro dispositivo de saída para fornecer ao(à) atleta alguma realimentação de desempenho em tempo real enquanto o desempenho atlético está ocorrendo (como, por exemplo, velocidade atual, distância atual percorrida, mi-

nutos jogados, tempo de posse da bola, velocidade com a bola, velocidade longe da bola, uma indicação de “acelere seu ritmo” ou outra motivação ou prêmios, etc.).

Depois de completado o jogo, o receptor 108 e a bola 130 (ou um componente eletrônico removido deles que inclui seu registro de dados) podem ser conectados em um sistema remoto 120, como os descritos acima. Ver a Figura 5. Qualquer tipo de sistema de conexão pode ser usado dentro do alcance desta invenção, inclusive uma conexão sem fio, uma conexão cabeada, uma conexão por meio de uma porta de entrada (tal como uma porta USB ou semelhante), etc. O sistema remoto 120 pode ser localizado nas linhas laterais, no vestiário, na residência do(a) jogador(a) ou em qualquer local desejado e pode ser portátil ou não portátil.

Dadas as descrições de hardware exemplares acima, serão descritos mais detalhadamente agora detalhes adicionais de métricas que podem ser medidas e o uso de tais sistemas de hardware.

B. Detecção de Aceleração, Velocidade e/ou Distância de Movimento do(a) Jogador(a)

A velocidade de movimento é uma métrica que é particularmente importante para aferir o desempenho atlético do(a) jogador(a). Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem medir a velocidade de movimento do(a) jogador(a) de diversas maneiras. Por exemplo, o sensor 106 em um ou mais dos sapatos 104 do(a) atleta pode ser adaptado para medir informações sobre aceleração, velocidade e/ou distância, como, por exemplo, de uma maneira afim à maneira pela qual os sistemas de monitoramento de desempenho atlético NIKE+ e outros sistemas de sensor baseados em pedômetro monitoram informações sobre velocidade e distância. Por exemplo, o sensor 106 pode ser um acelerômetro, um sensor de pressão (um sensor piezelétrico, por exemplo) ou outro sensor de força que determina cada vez que o pé do(a) jogador(a) atinge o chão ou outros dados associados ao movimento do pé. Supondo-se que cada contato com o pé constitui um passo, e supondo-se que cada passo cobre uma distância específica, o número de contatos com o pé pode ser correlacionado com a distância total percorrida pelo(a) atleta. Se desejado, a distância para cada passo também pode ser ajustada com base em diversos fatores detectados, tais como o tempo de jogada com o pé entre os contatos com o chão, a força de impacto do pé e semelhantes, de maneiras que são conhecidas e usadas na técnica dos pedômetros, por exemplo. Além disto, pelo monitoramento do tempo associado aos movimentos (como, por exemplo, pela inclusão de uma marca de tempo com cada contato com o pé monitorado, pelo rastreamento do tempo de uso total, etc.), pode ser determinada a velocidade total do(a) atleta.

A medição da velocidade e da distância baseada em pedômetro, contudo, pode nem sempre apresentar o grau desejado de exatidão para uso em muitos esportes orienta-

dos para equipe. Por exemplo, no futebol, futebol americano, basquetebol, rúgbi e semelhantes, os(as) atletas tendem a mover-se a velocidades amplamente variáveis no decorrer de um jogo ou sessão de prática. Eles(as) tendem também a saltar verticalmente, a mergulhar ou senão a deixar os pés durante o jogo. Além do mais, seus pés são expostos a outras

5 forças que não o contato com o chão, como, por exemplo, chutar a bola, chutar e atingir outro objeto, etc. Estas feições adicionais de muitos esportes em equipe podem limitar a exatidão dos sistemas de medição de velocidade e distância baseados em pedômetro.

Por conseguinte, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir um dispositivo de medição de velocidade e/ou distância

10 montado no corpo. Este pode apresentar-se, por exemplo, sob a forma de um acelerômetro montado no centro do corpo do(a) atleta, como, por exemplo, em um sensor de acelerômetro montado em uma faixa de cintura (como, por exemplo, um sensor de acelerador 118 de dois ou três eixos geométricos, que pode ser incluído como parte do receptor 108 para determinar o movimento em duas ou três dimensões). Os dados gerados por um sensor de

15 acelerômetro 118 (isto é, pela aceleração do jogador no local de montagem, tal como o centro do corpo ou a cintura) podem ser integrados de modo a se obterem informações sobre a velocidade de movimento do(a) atleta, e podem ser integrados novamente de modo a se obterem informações sobre a distância de movimento do(a) atleta. Um sensor deste tipo montado no corpo pode proporcionar uma determinação mais precisa do movimento do corpo, como, por exemplo, quando se move de um lado para outro, quando dança em volta da

20 bola, etc. São conhecidos sistemas e métodos para medir a aceleração e integrar os dados obtidos de um acelerômetro.

As determinações de aceleração, velocidade e/ou distância podem fornecer dados e informações úteis de várias maneiras e para várias métricas de desempenho nos sistemas

25 e métodos de acordo com esta invenção. Por exemplo, estes dados podem ser úteis na determinação das métricas seguintes, que podem ser de interesse para os participantes de esportes em equipe, tais como futebol, basquetebol, futebol americano, rúgbi e semelhantes: aceleração mais elevada total, aceleração média, velocidade de corrida mais elevada total, velocidade de corrida média, velocidade de corrida mais elevada total quando de posse da bola, velocidade de corrida média quando de posse da bola, velocidade de corrida

30 mais elevada total sem posse da bola, velocidade de corrida média sem posse da bola, número de vezes em que a velocidade ultrapassou o limite de velocidade predeterminado (como, por exemplo, o número de vezes em que o(a) atleta correu a toda velocidade), distância total percorrida durante o jogo, etc. Estes dados podem ajudar os(as) jogadores(as) (e/ou

35 seus instrutores) a avaliar a dureza com que o(a) atleta está trabalhando, quanto esforço ele ou ela está fazendo no jogo, como eles estão se aperfeiçoando ao longo do tempo, a extensão da recuperação de ferimentos, etc. Estes dados podem ser também usados para fomen-

tar a competição entre indivíduos, tais como membros de uma equipe, de modo a se dar motivação para trabalhar mais duro, aperfeiçoar, superar as métricas do(a) outro(a) jogador(a).

Se desejado, o sensor baseado no centro do corpo (o sensor 118 como parte do receptor 108) pode ser o único sensor necessário para determinar a aceleração, velocidade e/ou distância de movimento. Portanto, se desejado, os sensores baseados no pé 106 podem ser eliminados. No entanto, se desejado, os sensores baseados no pé 106 podem ser usados para fornecer dados secundários para medição de velocidade e/ou distância, tais como dados para ajudar a confirmar os dados do sensor baseado no centro do corpo, dados para ajustar ou corrigir os dados do sensor baseado no centro do corpo e/ou dados a serem usados quando os dados do sensor baseado no centro do corpo não estão disponíveis ou são aparentemente não confiáveis. Adicional ou alternativamente, se desejado, o(s) sensor(es) baseado(s) no sapato 106 pode(m) ser usados para ajudar a eliminar o desvio do acelerômetro montado no corpo (como, por exemplo, se os dados baseados no sapato indicarem que o jogador está estacionário, esta informação pode ser usada para calibrar ou zerar novamente o (eliminar o desvio do, por exemplo) do acelerômetro de dois ou três eixos geométricos baseado no corpo). Pode ser também determinada a diferença relativa nas medições de aceleração entre um acelerômetro baseado no centro do corpo e um acelerômetro baseado no pé.

Como outra alternativa, pelo menos alguns sistemas e métodos de acordo com esta invenção podem incluir um dispositivo para detectar a orientação ou “modo de movimento” do(a) jogador(a) quando se move. Por exemplo, se desejado, uma bússola ou sensor rotacional eletrônico pode ser incorporado ao sistema, como, por exemplo, para ajudar a detectar a direção de movimento do(a) jogador(a) e/ou fornecer detalhes adicionais referentes às características do modo de movimento do(a) jogador(a) (como, por exemplo, corrida para frente, corrida a um passo para o lado, corrida para trás, etc.). Um acelerômetro pode fornecer também informações úteis referentes à direção de movimento, se o acelerômetro tem uma orientação predeterminada no início (com um eixo geométrico de um acelerômetro de dois ou três eixos geométricos voltado para a direção de movimento para frente, por exemplo). A determinação da quantidade de tempo ou distância em que o(a) jogador(a) corre para frente, para o lado ou para trás pode ser uma métrica útil para medir o desempenho, pelo menos em alguns esportes. Além disto, se desejado, podem ser usados diferentes algoritmos de determinação de velocidade e distância baseados em pedômetro, dependendo do modo de movimento do(a) jogador(a) (para frente, para trás, para o lado, etc.), o que pode permitir uma determinação mais precisa da velocidade de movimento ou distância de movimento total do(a) jogador(a). Mais especificamente, um algoritmo pode ser apropriado para determinar a velocidade ou distância (como, por exemplo, com base no tempo de jogada

com o pé, etc.) quando o(a) jogador(a) está correndo para frente, mas um algoritmo diferente pode ser melhor quando o(a) jogador(a) corre para o lado e até mesmo um algoritmo diferente pode ser melhor quando se corre para trás.

Em um exemplo mais específico dos sistemas e métodos de acordo com esta invenção, uma meia-cana de pé (o elemento 106, opcionalmente um em cada sapato 104, por exemplo) mede a velocidade e a distância de cada passo, utilizando um acelerômetro de 3 eixos geométricos, por exemplo, e os dados coletados podem ser armazenados na meia-cana de pé 106 durante um jogo ou sessão de treinamento. Um controlador ou telefone móvel separado (ou outro dispositivo adequado) pode ser usado para comunicar-se com a meia-cana de pé 106, como, por exemplo, com a finalidade de verificar a condição da meia-cana de pé, para iniciar/pausar/interromper a gravação de uma sessão e para iniciar um carregamento de dados (no sistema de computador 120, por exemplo). Em sistemas onde um controlador separado é usado com estas finalidades, o usuário precisaria conectar o controlador a seu computador para carregar seus dados em um serviço de sítio da Rede, por exemplo. No caso de um telefone móvel (ou outro dispositivo semelhante) que funciona como o controlador, o telefone pode armazenar temporariamente os dados e/ou enviar sem fio os dados diretamente a um servidor da Rede. São também possíveis variações nestes sistemas potenciais dentro do alcance desta invenção.

Notadamente, para determinar simplesmente a aceleração, velocidade ou distância de movimento do(a) atleta, não são necessários na bola sensores, componentes eletrônicos ou outras feições especiais. Portanto, se desejado, pode ser usada uma bola convencional em tais situações. Em outras situações e/ou para medição de determinadas métricas, que serão descritas mais detalhadamente a seguir, pode ser vantajoso prover sensores, componentes eletrônicos e/ou outras estruturas especializadas na bola.

C. "Posse" da Bola pelo(a) Jogador(a) e "Proximidade" da Detecção da Bola

Outro pedaço de informação útil para muitos tipos de esporte em equipe refere-se ao tempo de posse da bola pelo(a) jogador(a). Este pode ser medido, por exemplo, detectando-se o contato do(a) atleta com a bola (com a mão, pé ou outra parte do corpo, por exemplo), a proximidade íntima do(a) atleta com a bola ou de outras maneiras. A determinação da posse da bola ou da proximidade com a bola pode ser também uma parte importante de outras métricas interessantes ou desejáveis, tais como tempo de posse, velocidade de corrida mais elevada total quando da posse da bola, velocidade de corrida média quando da posse da bola, velocidade de corrida mais elevada total sem posse da bola, velocidade de corrida média sem posse da bola, número de vezes perto da bola, número de contatos com a bola ou "toques", força do chute, etc. Estes dados podem ajudar os(as) jogadores(as) (e/ou seus instrutores) a avaliar a dureza com que o(a) atleta está trabalhando, quanto de esforço ele ou ela está fazendo no jogo, quais jogadores(as) são os(as) mais eficientes com

a bola, quais jogadores(as) trabalham mais duro para ficar perto da bola, os(as) defensores(as) mais resistentes, “monopólios” da bola, etc. Estes dados podem ser também usados para fomentar a competição entre indivíduos, tais como membros de uma equipe, de modo a se dar motivação para trabalhar mais duro, aperfeiçoar, superar as métricas do(a) outro(a) jogador(a).

Em alguns esportes em equipe nos quais a bola é retida pelo menos na maior parte da sua posse, a posse da bola para um(a) jogador(a) individual pode ser relativamente fácil de determinar, como, por exemplo, pela determinação do(a) jogador(a) que está em contato com a bola e/ou pela determinação do tempo em que o(a) jogador(a) reteve a bola. Um exemplo é o futebol americano ou o rúgbi. De maneira semelhante, no lacrosse, a bola tende a ficar na cabeça do bastão do(a) jogador(a) na maior parte do tempo de posse da bola pelo(a) jogador. Para tais esportes, sensores apropriados na bola e/ou no(a) jogador(a) e/ou no seu equipamento podem determinar de maneira relativamente fácil quem tem a posse da bola e a duração de tempo da posse. Como exemplo mais específico, receptores ou leitoras de RFID na roupa ou equipamento (como, por exemplo, luvas, camisa de malha, capacete, joelheiras, bastão, sapatos, etc.) do(a) atleta pode ser acionados por uma etiqueta transmissora de RFID montada na bola, e componentes eletrônicos incluídos dentro da roupa ou equipamento do(a) atleta podem registrar quanto tempo dura cada posse individual. Marcando-se com o tempo ou senão fornecendo-se dados sobre o tempo associados a estes dados sobre posse, os dados sobre posse podem ser correlacionados com dados sobre aceleração, velocidade e/ou distância de movimento (determinados conforme descrito acima, por exemplo), para permitir que os sistemas e métodos de acordo com esta invenção determinem métricas mais especializadas, tais como a velocidade de corrida mais elevada total quando da posse da bola, a velocidade de corrida média quando da posse da bola, a velocidade de corrida mas elevada total sem posse da bola, a velocidade de corrida média sem posse da bola, etc. Embora outros(as) jogadores(as) possam também entrar em contato com a bola durante uma jogada individual, este contato é tipicamente de prazo relativamente curto e se superpõe ao ou é cercado em cada extremidade pelo contato com o(a) jogador(a) principal que tem a posse da bola. Portanto, os dados podem ser facilmente analisados de modo a se determinar quais contatos constituíram simplesmente um movimento efêmero, um contato sem posse e quais contatos demonstraram realmente a posse da bola. Alternativamente, se desejado, os sistemas e métodos de acordo com esta invenção podem considerar que vários(as) jogadores(as) têm simultaneamente a “posse” da bola (se a “posse” for simplesmente equiparada com qualquer contato com a bola, por exemplo).

Em outros esportes, contudo, o contato contínuo com a bola não é uma feição da “posse” da bola. No futebol e no basquetebol, por exemplo, o(a) jogador(a) com a “posse” da bola “dribla” a bola de modo a movê-la para cima e para baixo no campo de jogo, do que

resulta o contato ocasional com a bola. A bola não é tipicamente retida por longos períodos de tempo ou conduzida por longas distâncias em tais esportes. No hóquei e no hóquei de campo, a bola (inclusive o disco de borracha de hóquei, por exemplo) pode repetidamente entrar e sair do contato com o bastão do(a) jogador(a) enquanto o(a) jogador(a) com a posse da bola se move para baixo no campo de jogo. Além disto, o(a) jogador(a) com a “posse” da bola só pode entrar em contato com a bola uma vez, às vezes apenas por um período de tempo curto (quando é feito um passe ou jogada rápida, por exemplo). Além do mais, em todos estes esportes (futebol, basquetebol, hóquei, hóquei de campo, por exemplo), os(as) jogadores(as) nas equipes opostas podem tentar roubar a bola ou o disco de borracha durante toda a posse da bola pelo(a) jogador(a). Tais feições de jogo tornam a “posse” da bola um tanto mais difícil de determinar com o uso de sensores.

Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem fazer uma aproximação da “posse” da bola pelo(a) jogador(a) usando diversas feições de proximidade do(a) jogador(a) com a bola. Embora a descrição a seguir se focalize basicamente na determinação da posse da bola no contexto do futebol, os versados na técnica, dado o benefício desta revelação, seriam capazes de estender feições desta descrição para uso em outros esportes, tais como basquetebol, hóquei, hóquei de campo, futebol americano, rúgbi, lacrosse e semelhantes.

A determinação da “posse” pode incluir diversas feições. Por exemplo, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar que a “posse” existe sempre que o(a) jogador(a) entrar em contato com a ou ficar a uma determinada distância de limite da bola (a um metro, por exemplo). Conforme mostrado na Figura 6, tais sistemas podem ser pensados como sistemas de determinação de posse “digitais”, nos quais o(a) jogador(a) ou tem a posse ou não tem a posse. Mais especificamente, quando a bola 130 está a uma distância de um metro do(a) jogador(a) 102 (dentro do anel 600), pode-se considerar que o(a) jogador(a) 102 tem a “posse”. Quando a bola 130 está a mais de um metro de distância do(a) jogador(a) 102 (fora do anel 600), pode-se considerar que o(a) jogador(a) 102 não tem a “posse”. Em tais sistemas e métodos, pode-se considerar que vários(as) jogadores(as) têm a “posse” em um único tempo (quando cada jogador(a) está a uma proximidade íntima da bola). Quando vários(as) jogadores(as) de equipes diferentes estão localizados nas proximidades da bola, isto pode ser também considerado “tempo disputado”, conforme é descrito mais detalhadamente a seguir.

Opcionalmente, se desejado, uma determinação positiva da “posse” pode exigir pelo menos um contato com a bola (e opcionalmente, a determinação da “posse” pode começar quando desse contato). Como outra opção, os sistemas e métodos de acordo com a invenção podem rastrear tanto a “posse” (o que exige pelo menos algum contato e/ou continuação do contato com a bola, por exemplo) quanto a “proximidade” (como, por exemplo,

quando não houve contato, mas o(a) jogador(a) está perto da bola ou quando um(a) jogador(a) diferente tiver feito um contato de intervenção com a bola, mas o primeiro jogador permanece perto da bola, etc.). Se desejado, uma nova determinação de “posse” pode ser feita toda vez que um(a) jogador(a) diferente entra em contato com a bola (embora o(a) jogador(a) anterior em contato possa permanecer próximo(a) da bola e seu “tempo de proximidade” possa continuar a acumular-se). Conforme observado acima, a “proximidade” pode ser simplesmente equiparada com a “posse” em alguns sistemas e métodos de acordo com esta invenção.

A “posse” pode ser também considerada como mais de um parâmetro “análogo”.

Por exemplo, podem ser produzidos sistemas e métodos para prover uma determinação mais detalhada da proximidade do(a) jogador(a) com relação à bola. Conforme mostrado na Figura 7, por exemplo, a determinação da distancia do(a) jogador(a) com relação à bola pode ser feita de maneira mais estrita, para melhor permitir a determinação da “posse”. Quando o(a) jogador(a) 102 está muito próximo(a) da bola 130 (como, por exemplo, dentro do anel interno 700), por exemplo, pode-se considerar que esse(a) jogador(a) está de “posse” da bola 130 (se desejado, vários(as) jogadores(as) podem ter a “posse” de uma vez). Quando o(a) jogador(a) 102 está relativamente próximo(a) da bola 130 (dentro do anel 702, mas fora do anel 700, por exemplo), pode-se considerar que o(a) jogador(a) 102 está de posse da bola, opcionalmente, se outros parâmetros forem satisfeitos (tal como se o(a) jogador(a) 102 fosse a última pessoa a tocar a bola 130 ou o(a) jogador(a) fosse o(a) jogador(a) mais próximo(a) da bola e não tivesse havido contato de intervenção de outro jogador, etc.). Quaisquer parâmetros de posse desejados podem ser desenvolvidos dentro do alcance desta invenção. Quando o(a) jogador(a) está afastado(a) demais da bola 130 (fora do anel 704, por exemplo), os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos da invenção podem determinar que o(a) jogador(a) 102 não está de posse da bola 130. Opcionalmente, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar que o(a) jogador(a) permanece com a “posse” da bola até que um novo contato do(a) jogador(a) com a bola seja verificado, independentemente da localização anterior do(a) jogador(a) com relação à bola.

1. Tecnologia de RFID

Uma maneira potencial de determinar a posse ou proximidade com a bola é com o uso de tecnologia de RFID (identificação de radiofrequência). Os sistemas de RFID usam energia acoplada para transmitir uma pequena quantidade de dados entre um interrogador (também conhecido como “leitora”) e uma etiqueta remota e barata. A etiqueta pode estar estacionária ou em movimento com relação à leitora. Tais sistemas de RFID podem ser classificados de acordo com dois critérios principais, a saber: o dispositivo para ligar a etiqueta (passivo, semi-passivo ou ativo, por exemplo) e o mecanismo de acoplamento da e-

nergia (indutivo ou radiativo, por exemplo).

As Figuras 8A a 8C mostram esquematicamente diversas tecnologias de RFID. No sistema de RFID “passivo” mostrado na Figura 8A, a energia tanto para a etiqueta quanto para o rádio-sinal de retorno (isto é, o “sinal retro-dispersado” na Figura 8A) gerado pela etiqueta é fornecida pela energia recuperada do sinal da leitora. Tal sistema completamente “passivo” pode ser vantajoso no ambiente desta invenção porque pode eliminar a necessidade de uma fonte de alimentação (uma bateria, por exemplo) na bola. Em sistemas de RFID “semi-passivos”, conforme mostrado na Figura 8B, a energia para o rádio-sinal de retorno é fornecida do sinal de energia recuperado da leitora, mas os componentes da etiqueta são ligados por uma pequena bateria incluída com a etiqueta. O sistema de RFID “ativo” mostrado na Figura 8C é realmente afim a um rádio-sistema tradicional. O rádio-sinal da etiqueta e os componentes eletrônicos são ambos ligados por uma bateria local equipada com a etiqueta (e os componentes eletrônicos da leitura são ligados por sua própria fonte de alimentação separada).

As radiofrequências da etiqueta variam na faixa de algumas centenas de MHz a vários GHz. Neste espectro, os comprimentos de onda se tornam comparáveis com a escala mecânica de componentes eletrônicos pessoais e, mais especificamente, com tamanhos de antena com comprimento de onda total. Tais feições permitem operações de campo distante nas quais a energia varia inversamente com o quadrado da distância da fonte.

A Figura 9 mostra um exemplo do hardware e do equipamento que podem ser usados em um sistema de RFID passivo para detectar a proximidade do(a) jogador(a) no futebol ou outros esportes. Notadamente, no sistema mostrado na Figura 9, a bola 130 inclui a etiqueta de RFID e sua antena e outros componentes conexos, e o sapato 104 (ou outro artigo do equipamento do(a) jogador(a), tal como um protetor de canela, uma meia soquete, o receptor 108, etc.) inclui a leitora de RFID e sua antena e outros componentes eletrônicos conexos. Mais especificamente, a bola 130 deste exemplo porta uma bateria de pilha primária embutida, uma interface com sensor auxiliar, um conjunto de circuitos ativos, um modulador, um conjunto de circuitos passivos e uma antena. O(a) jogador(a) (o sapato 104, por exemplo) neste sistema exemplar porta uma bateria recarregável, um microcontrolador, um componente de banda base RF +, um amplificador de baixo ruído, um amplificador de potência e uma antena. A etiqueta montada na bola de auxílio à bateria permite uma densidade de energia recebida relativamente baixa, que reduz efetivamente a potência de transmissão necessária no(a) jogador(a) (e reduz a massa da bateria e do outro equipamento eletrônico necessários a serem portados pelo(a) jogador(a)). Uma única bola 130 pode incluir várias etiquetas na bola (como, por exemplo, para assegurar que a antena da etiqueta fique sempre voltada para a leitora no(a) jogador(a), para permitir uma medição de distância mais sensível, tal como para determinações de posse análogas, etc.). O equipamento da etiqueta

e da leitora de RFID deste tipo é convencionalmente conhecido e obtenível no mercado.

A detecção de proximidade deste tipo pode ser combinada com dados referentes ao contato do pé com a bola, se desejado, para distinguir entre a posse da bola e a proximidade com a bola. Alternativamente, conforme observado acima, a posse pode ser simplesmente equiparada com a proximidade, se desejado.

2. Tecnologia de DPR

O rádio-pacote digital ("DPR") pode ser também útil na determinação da proximidade e/ou "posse" da bola (opcionalmente, em conjunto com outros dados, tais como dados sobre contato com o pé e/ou com a bola) nos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. Muitos produtos de monitoramento de desempenho atlético NIKE+ (obteníveis da NIKE, Inc., de Beaverton, Oregon) usam DPR para comunicações de dados sem fio (na faixa de 2,4 GHz, por exemplo). O DPR é também usado em muitas redes usadas comercialmente, tais como redes celulares, WiFi (802.11), ZigBee e PCS. Dois conjuntos de chips exemplares que podem ser usados para implementar determinações de proximidade e/ou posse baseadas em DPR nos sistemas e métodos de acordo com esta invenção incluem conjuntos de chips obteníveis da Nordic Semiconductor Inc. de Sunnyvale, Califórnia e da ANT Wireless de Cochrane, Alberta, Canadá. Ambas as companhias fabricam conjuntos de chips de silício de rádio de potência ultra-baixa que podem ser usados em diversas aplicações. Os conjuntos de chips de rádio podem ser ligados por uma bateria do tipo com pilha de moeda padrão com tempos de vida útil de dispositivo excelentes.

As implementações de DPR para determinações de proximidade e posse da bola oferecem sistemas e métodos de alcance elevado, de baixa potência. A Figura 10 mostra um sistema exemplar. Notadamente, embora estes sistemas e métodos sejam de baixa potência e alcance elevado, eles mesmo assim exigem uma extremidade de receptor ativa (isto é, alguns componentes eletrônicos e/ou energia na bola 130), conforme mostrado na Figura 10. No sistema de DPR da Figura 10, a bola porta uma fonte de alimentação embutida (uma bateria de pilha primária, por exemplo), um microcontrolador embutido, um rádio-sistema digital de integração em escala muito grande ("VLSI") (um chip, por exemplo) e uma antena. O sistema de DPR pode funcionar a qualquer frequência desejada, tal como de 915 MHz ou 2,4 GHz. Tais sistemas de hardware são conhecidos e são obteníveis no mercado, conforme observado acima.

Na bola 130, o pequeno rádio e o microcontrolador disparam rádio-rajadas que transmitem pacotes de dados de identificação únicos. O gatilho para cada rádio-rajada pode ser periódico, tal como em resposta a um gatilho de eventos reais, como movimento, contato, impacto, etc. Estes pacotes permitem que um receptor usado no corpo do(a) jogador(a) 102 (como, por exemplo, na bota 104, em um elemento usado no centro do corpo, etc.) para

registrar dados recebidos que se correlacionam diretamente com o tempo que a bola 130 ficou nas proximidades do receptor. Esta proximidade pode ser correlacionada com a posse da bola (opcionalmente, se for registrada outra métrica, tal como o contato entre o pé do jogador e a bola 130, determinado por um sensor 106b baseado no sapato). Este é um sistema de determinação do tipo de posse muito “digital”. Se desejado, conforme observado acima, a posse pode ser equiparada com a proximidade.

O DRP pode ser também usado para fornecer informações sobre posse análogas. Em tal sistema, a bola 130 pode funcionar como o receptor, e o dispositivo usado no corpo pode prover o grosso das transmissões. Em tal sistema, a bola 130 escutaria periodicamente um pacote transmitido do transmissor usado no corpo. O transmissor usado no corpo pode transmitir rajadas de pacotes a potências de saída fixadas diferentes. A bola 130 só receberia pacotes dos sinais transmitidos mais fracos quando está em proximidade íntima com o(a) jogador(a) 102. O número de sinais recebidos pela bola 130 diminuirá quanto mais longe a bola 130 estiver do(a) jogador(a) 102 que envia os sinais até que esteja recebendo apenas os sinais mais potentes ou nenhum de todo. A bola 130 pode responder a quaisquer pacotes recebidos transmitindo de volta um identificador único derivado dos pacotes que recebeu (um identificador que indica a potência de transmissão, por exemplo). Esta disposição permite que o receptor usado no corpo determine a distância em que a bola 130 está baseada no sinal mais fraco que é recebido na bola 130 e para o qual uma resposta foi enviada. Alternativamente, se desejado, a bola pode transmitir as rajadas de pacotes a potências de saída diferentes e o sensor usado no corpo pode receber estes pacotes e determinar a distância relativa entre a bola e o sensor no corpo com base nos sinais detectados (e nos seus níveis de potência correspondentes).

Com sistemas de DPR, uma vez que há um rádio ativo em cada extremidade, isto é, na bola 130 e no jogador 102, a potência de transmissão pode ser muito baixa (e mais baixa que a de outras tecnologias), mas, conforme observado acima, ela requer de fato alguma fonte de alimentação na bola. O DRP também provê a capacidade de variar dinamicamente a potência de saída, dando aos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção a capacidade de estimar a faixa entre a bola 130 e o(a) jogador(a) 102 e/ou mesmo a capacidade de o sistema do(a) jogador(a) alcançar a bola fora de alguma distância de “posse” predeterminada (um metro, por exemplo).

3. Tecnologia RADAR

A posse da bola e/ou a proximidade do(a) jogador(a) com relação à bola podem ser também detectadas em alguns sistemas e métodos exemplares de acordo com esta invenção pela tecnologia RADAR (“Rádio-Detecção e Determinação de Alcance”). Os sistemas RADAR usam rádio-energia “ping” refletida para identificar e localizar objetos-alvo pela análise da sua “assinatura” refletida. Os sistemas RADAR não exigem transmissão ativa em

duas direções, o que significa que não é necessário que a bola inclua um transmissor ativo ou uma fonte de alimentação em pelo menos alguns sistemas e métodos de determinação de proximidade ou posse baseados na tecnologia RADAR de acordo com esta invenção. Se desejado, contudo, os sistemas baseados na tecnologia RADAR podem recorrer em um sistema ativo (que usa energia) como parte como parte da bola para gerar um “ping” de rádio para que o detector móvel reconheça, ou podem de alguma maneira (ligados ativamente ou desligados passivamente, por exemplo) aperfeiçoar ou marcar de maneira distinguível a energia refletida para facilitar o trabalho do transponder móvel de identificar a bola da barulheira do ruído de fundo, de outras reflexões e/ou de distorções diversas no sinal. Além disto, a tecnologia RADAR pode aplicar modulações e outras técnicas de processamento à energia transmitida e à assinatura refletida para medir outros atributos do objeto alvo, como, por exemplo, a velocidade do objeto-alvo (com o uso de técnicas Doppler, por exemplo).

Sistemas RADAR passivos, nos quais a bola não inclui uma fonte de alimentação, podem recorrer a uma ou mais técnicas de reflexão RADAR para aumentar a “visibilidade” do sinal refletido da bola (pelo aumento do seu ganho ou coerência, por exemplo). Um exemplo de tal técnica seria o de instalar um dispositivo refletor na bola, tal como um refletor de canto. Como exemplo, o material refletor de canto pode ser instalado dentro de uma ou mais costuras da bola ou, opcionalmente, na camada interna da bola (se a radiação incidente for capaz de penetrar na cobertura externa da bola). Refletores de campo são conhecidos na tecnologia RADAR e em outra técnica, e estes dispositivos refletem a radiação para fora do refletor substancialmente na direção oposta a partir da qual ela entrou no refletor (isto é, diretamente para trás na direção da fonte de radiação e/ou em sentido paralelo à sua direção de entrada). Outra técnica exemplar seria a de prover uma “palha” sobre a ou na estrutura da bola. A “palha” consiste em pedaços especificamente pequenos de material refletor RADAR organizados em um padrão único na bola que é facilmente reconhecido pelo sistema de detecção RADAR. Tais refletores e palha são notoriamente conhecidos no campo RADAR e são dimensionados e conformados em configurações adequadas de modo a poderem ser incorporados à estrutura de uma bola (tal como uma bola de futebol, um disco de borracha de hóquei, uma bola de basquete ou semelhante). Estas feições aumentam a assinatura de reflexão RADAR da bola e fazem com que a bola se destaque mais entre outras radiações RADAR refletidas de outros objetos na área (tais como outros(as) jogadores(as), outros equipamentos no ou perto do campo, traves de gol, etc.).

Outra técnica para ajudar uma assinatura de reflexão da bola passiva (não ligada) a se destacar entre outros objetos envolve o uso de uma estrutura duplicadora de frequência passiva na bola. Um duplicador de frequência passivo funciona com o uso de um princípio semelhante ao dos detectores de “lei de quadrado”. Dispositivos não lineares podem gerar harmônicos de frequência quando estimulados com um sinal. Um diodo, a níveis de sinal

pequenos (equivalentes a menos de -20 dBm, por exemplo) tem uma relação VI que é aproximadamente $1 = k \cdot V^2$, onde k é alguma constante. Tal dispositivo é capaz de gerar um harmônico de frequência que é o dobro do que é usado para acionar o diodo, pela equação: $\cos(f_0)^2 = 1/2 + 1/2 \cdot \cos(2 \cdot f_0)$, onde f_0 é a frequência de entrada. Este harmônico de frequência pode ser irradiado para fora da mesma antena que recebeu a frequência fundamental. Outros harmônicos que não a frequência duplicada (2º harmônico) serão também gerados pelo dispositivo não linear, de modo que esta aplicação de detecção de harmônicos de frequência não está limitada somente à frequência duplicada, mas pode detectar também 3 vezes a frequência, 4 vezes a frequência, 5 vezes a frequência, etc.

Pela apresentação de uma estrutura duplicadora de frequência passiva na bola em tal sistema RADAR, só é necessário que o detector ou receptor de radiações refletidas escute um sinal ao dobro da frequência portadora que é irradiada do seu transmissor conexo. Este sinal de frequência duplicada será conhecido como único do objeto que porta o duplicador de frequência passivo (isto é, a bola nesta disposição). Além disto, o duplicador de frequência gera também um componente de DC, que pode ser usado para ligar uma pequena quantidade de componentes eletrônicos na bola. Estes componentes eletrônicos podem modular o sinal que o duplicador de frequência irradia, dando essencialmente à bola um ID único. Por outro lado, o sinal que é irradiado pode ser codificado (um código sinalizador ou uma sequência pseudo-aleatória) e em seguida auto-correlacionado com o sinal enviado de volta para um ganho de processamento de sinais adicional. Outro método simples que pode ser usado para processar ganho seria um pio de frequência.

São conhecidas antenas duplicadoras de frequência dos tipos descritos acima, conforme descrito na patente norte-americana No. 4 890 111, patente essa que é inteiramente incorporada aqui à guisa de referência. Uma antena 1100 exemplar descrita nesta patente é mostrada na Figura 11. As dimensões de tal antena podem ser de cerca de 2/3 do comprimento de onda λ da frequência de radiação transmitida e incidente na dimensão de comprimento L e cerca de 1/6 desse comprimento de onda λ na dimensão de altura H. Com tal antena incorporada à estrutura de uma bola de futebol (como, por exemplo, sobre sua superfície externa, entre as camadas da bola, no interior da bola, etc.), o receptor móvel pode ser configurado para “escutar” uma frequência portadora específica (isto é, o dobro da frequência transmitida) para detectar a presença da bola, como, por exemplo, quando energia suficiente está presente tanto na trajetória para frente quanto na de retorno do transmissor de radiação montado no(a) jogador(a), para permitir que a radiação atinja a bola e ricocheteie de volta ao detector de radiação montado no(a) jogador(a). Como exemplos mais específicos, a frequência RADAR transmitida inicialmente pode ser de 915 MHz, e a frequência refletida pode ser duplicada para 1830 MHz. Outra boa candidata é a de 433 MHz (duplicada para 866 MHz). O uso de outras frequências é também possível dentro do alcance desta

invenção.

A Figura 12 mostra estruturas exemplares que podem ser instaladas tanto na bola 1200 quanto no(a) jogador(a) 102 (como, por exemplo, como parte do sapato 104 do(a) jogador(a), como parte do receptor 108, etc.) de acordo com pelo menos alguns sistemas de detecção de proximidade baseados na tecnologia RADAR de acordo com esta invenção. Conforme mostrado na Figura 12, a bola 1200 inclui uma estrutura de antena 1202 como a descrita acima com referência à Figura 11. O sapato 104 (ou outro componente portado pelo(a) jogador(a)) inclui uma bateria recarregável e/ou outra fonte de alimentação, um micro-controlador, um modulador, um amplificador de potência, um duplexador, uma antena, um amplificador de baixo ruído (LNA) e um conversor analógico-digital (A/D). O sapato 104 transmite radiação na direção da bola 1200 a uma primeira frequência (915 MHz, por exemplo), e a bola 1200 duplica a frequência através da antena 1202 e reflete a radiação de volta na direção do sapato 104, onde pode ser detectada. A bola 1200 pode incluir várias antenas, todas em volta da estrutura da bola de modo a se assegurar que pelo menos uma antena fique voltada para o receptor no(a) jogador(a).

Como alternativa, se desejado, uma ou mais fontes de radiação RADAR podem ser independentes do(a) jogador(a) (como, por exemplo, localizadas nas linhas laterais ou em outros locais, para cobrir o campo inteiro, etc.). Em tal sistema, o(a) jogador(a) 102 só precisa portar o detector de radiação refletida (e sua fonte de alimentação e componentes eletrônicos conexos) e não a fonte de transmissão de radiação. Os componentes eletrônicos na bola podem ser configurados para transmitir radiação apenas ao nível de frequência desejado de modo que o detector montado no(a) jogador(a) só detecte a radiação refletida da bola quando em proximidade relativamente íntima da bola (como, por exemplo, dentro de 1 metro, etc.)

Diversas feições podem ser apresentadas para ajudar a prevenir “colisões de pacotes” quando vários(as) jogadores(as) estiverem usando sistemas e métodos de acordo com esta invenção, como, por exemplo, para ajudar a impedir que o(a) jogador(a) detecte a radiação refletida da bola transmitida por outro(a) jogador(a). Conforme mostrado na Figura 13, dois(duas) jogadores(as), um(a) jogador(a) 102a de uma equipe e um(a) jogador(a) 102b da outra equipe (ou até mesmo mais jogadores(as), podem aproximar-se da bola 1200 simultaneamente. Se cada jogador(a) estiver equipado(a) com sistemas e métodos RADAR de transmissão ativa ou outros sistemas e métodos de transmissão de dados de acordo com a invenção, os diversos detectores ou sensores podem ler facilmente os dados incorretos e determinar incorretamente os dados de posição ou proximidade. Tais “colisões de pacotes” devem ser evitadas de modo a se obterem dados mais seguros e utilizáveis para os sistemas e métodos de acordo com esta invenção.

Uma maneira de limitar ou eliminar “colisões de pacotes” constitui um plano de

temporização no qual o dispositivo de cada jogador(a) transmite a um intervalo aleatório, com um intervalo médio padrão no lugar. Isto tornaria improvável que quaisquer dois(duas) ou mais jogadores(as) transmitissem a um dado tempo nas proximidades da bola, mas que todos os(as) jogadores(as) tivessem a mesma taxa de transmissão total. Em tal sistema, o sistema de radiação refletida do(a) jogador(a) pode ser ativado apenas durante um curto tempo depois que seu dispositivo transmitir seu “ping” de radiação ou transmissão de dados, para ajudar a prevenir recepção de dados não desejados e ativação do sensor. Uma desvantagem potencial, contudo, seria a de que tal técnica poderia limitar potencialmente a capacidade de um único dispositivo de detectar rapidamente a bola, devido às limitações da taxa de transmissão média (isto é, devido aos retardos entre as transmissões).

Outro método para limitar ou eliminar “colisões de pacotes” seria o de “canalizar” os dispositivos para cada jogador(a). Uma vez que o duplicador de frequência passivo pode funcionar em muitas frequências em uma faixa estreita, cada jogador(a) pode usar uma frequência ligeiramente diferente dentro da mesma faixa mais ampla. Em seguida, o detector de cada jogador(a) pode ser sintonizado em “olhar” dentro de uma faixa estreita de duas vezes a frequência transmitida. Tal “canalização” pode ser também usada para distinguir os dados de uma equipe dos dados da outra equipe durante o jogo ou outra atividade. Outras técnicas de “prevenção de colisão” podem ser também usadas dentro do alcance desta invenção. As feições de prevenção de colisão podem ser também usadas com outros sistemas e métodos de determinação de proximidade e posse descritos acima, se desejado, dentro do alcance desta invenção.

4. Outra Tecnologia de Detecção de Proximidade/Posse Potencial

Outros sistemas sensores e disposições de detecção podem ser usados para determinar a proximidade e/ou posse da bola dentro do alcance desta invenção. Por exemplo, pode ser usada a detecção de proximidade baseada em ultrassom, particularmente em aplicações de detecção de proximidade da bola de alcance muito próximo. Sistemas de ultrassom podem funcionar com o uso de técnicas de radiação refletida semelhantes às técnicas RADAR descritas acima. Sistemas de detecção de radiação infravermelha (sistemas tanto passivos quanto ativos podem ser usados para detectar a proximidade da bola. Dispositivos Micro-Eleto-Mecânicos (“MEMs”), tais como dispositivos de acelerômetro e/ou giroscópio (fabricados com o uso de processos litográficos de semicondutor, por exemplo) podem ser também incorporados a uma bola. A detecção de efeito de Hall pode ser usada com ímãs ou na bola ou no sapato para detectar proximidade, particularmente para aplicações de curto alcance. A inclusão de tais dispositivos em uma bola pode ser particularmente útil como sensores auxiliares, como, por exemplo, para ajudar a determinar quando a bola foi chutada e, opcionalmente, qual jogador(a) executou o chute (como, por exemplo, marcando com o tempo os dados referentes ao contato detectado tanto nos dados da bola quanto nos dados

do sapato dos(a) diversos(as) jogadores(as), etc.), força do chute, velocidade, etc.

Alguns exemplos mais específicos são descritos a seguir. Um ou mais destes sistemas e métodos de determinação de posse podem ser usados em conjunto com um ou mais dos sistemas de medição de velocidade/distância descritos mais detalhadamente acima.

Em alguns sistemas e métodos de acordo com exemplos desta invenção, um ímã pode ser suspenso no centro da bola 139, e a meia-cana 106 pode ser equipada com um magnetômetro (um sensor de bússola que mede o campo magnético da Terra, por exemplo). Este sistema pode funcionar, por exemplo, detectando pequenas alterações no campo magnético da Terra devidas ao campo magnético emitido pela bola 130, que indica que a bola 130 está a uma determinada distância do pé do(a) jogador(a) (e consequentemente a uma determinada distância do magnetômetro da meia-cana 106). A partir deste tipo de detecção, podem ser inferidos o contato físico com a bola e/ou a proximidade íntima do(a) atleta com relação à bola.

Como outro exemplo mais específico, uma ou mais pequenas etiquetas podem ser embutidas na construção da bola 130. Um sinal seria emitido por um sensor/receptor no(a) jogador(a). Quando a etiqueta na bola 130 recebe o sinal, ela o devolve exatamente ao dobro da frequência (usando as feições de duplicação de frequência embutidas na bola, conforme descrito acima, por exemplo). O recebimento deste de sinal de dupla frequência pelo sensor/receptor (na meia-cana 106, por exemplo) indica que a bola 130 está dentro de uma determinada faixa do sensor/receptor (dependente da intensidade do sinal inicial, por exemplo). Como alguns exemplos ainda mais específicos deste aspecto da invenção, um sensor/receptor pode ser colocado em ambos os sapatos 104 do(a) jogador(a) e ter um alcance operacional necessário curto (de cerca de 30 cm, por exemplo). Neste caso, cada detecção da bola 130 levaria à inferência de um contato físico com a bola 130 pelo sapato 104 do(a) jogador(a). Alternativamente, se desejado, um sensor/receptor pode ser localizado em apenas um dos sapatos 104 do(a) jogador(a) ou no corpo do(a) jogador(a) (tal como um componente 108 usado na cintura) e ter um alcance operacional maior (de cerca de 1-2 m, por exemplo). Neste caso, cada detecção levaria à inferência da proximidade do(a) jogador(a) com relação à bola 104, ou de que o(a) jogador(a) está de posse e no controle da bola 104.

Além do mais, de maneira semelhante à maneira pela qual a proximidade jogador-bola pode ser medida, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar a proximidade jogador-bola. Como outro exemplo mais específico, os módulos portados por cada jogador(a) podem comunicar-se sem fio uns com os outros quando dentro de uma distância ou faixa predeterminada uns dos outros (por meio de uma rede não hierárquica, por exemplo) para fornecer uma indicação da proximidade jogador-jogador.

D. Métricas Relacionadas com o Movimento da Bola

Outras métricas úteis para muitos tipos de esporte em equipe referem-se à velocidade à qual a bola se move durante o jogo, como, por exemplo, em consequência de um chute, lançamento, batida (como, por exemplo, com pá, bastão, braço, pé, raquete, etc.), etc. Tipos mais específicos de métrica que podem ser úteis incluem, por exemplo, velocidade da bola, giro da bola, velocidade linear da bola, velocidade de giro, direção de giro, velocidade de transferência da bola (o termo “transferência”, conforme usado neste contexto, significa genericamente o movimento da bola devido à interação com o(a) atleta, tal como um chute, lançamento, batida, cabeçada, etc.), força de transferência da bola, etc. A combinação de métricas orientadas para a bola como estas com diversas outras métricas orientadas para o(a) jogador(a) (como, por exemplo, devidas a dados de sensor orientados para o sapato ou corpo do(a) jogador(a) e à interação entre os componentes eletrônicos orientados para o sapato ou corpo e os componentes eletrônicos orientados para a bola, conforme descrito acima) ou outros dados, tais como sobre posse, velocidade, tempo, etc., pode fornecer outras informações úteis, tais como a identificação do(a) jogador(a) que chutou ou senão propeliu a bola, o número de “toques” ou contatos com a bola para diversos(as) jogadores(as), gols marcados e crédito para o(a) jogador(a) apropriado, sucesso nas tentativas de passe (se o passe teve sucesso em alcançar um(a) jogador(a) na mesma equipe, por exemplo), tomadas de bola, passe perdidos, inversões de jogada, etc.

A apresentação de sensores em diversos tipos de bola, tais como bolas de futebol, é conhecida na técnica. Por exemplo, diversas bolas aperfeiçoadas eletronicamente que medem métricas tais como giro, velocidade, curva, trajetória, pressão, contato e semelhantes, são descritas em pedidos de patente de propriedade da Cairos Technologies, AG e em patentes que nomeiam David J. Martinelli como o inventor. Estas patentes incluem: a patente norte-americana No. 6 073 086; a patente norte-americana No. 6 157 898; a patente norte-americana No. 6 148 271; a patente norte-americana No. 6 151 563; o pedido de patente publicado norte-americano No. 2007/0191083; o pedido de patente publicado norte-americano No. 2007/0059675; o pedido de patente publicado norte-americano No. 2007/0060425; o pedido de patente publicado norte-americano publicado No. 2007/0299625; o pedido de patente publicado norte-americano No. 2008/0085790; o pedido de patente norte-americano No. 2008/0084351; o pedido de patente publicado norte-americano No. 2008/0088303; o pedido de patente norte-americano No. 2008/0090683; o pedido de patente publicado PCT No. WO2008/080626; o pedido de patente publicado PCT No. WO2008/104 247; e o pedido de patente publicado PCT No. WO2008/119479. Cada um destes documentos de patente é inteiramente aqui incorporado à guisa de referência. Os diversos orientados para bola ou outros componentes eletrônicos ou estruturas descritos na discussão de posse/proximidade acima podem ser incorporados a uma estrutura de bola da

mesma maneira descrita nestas diversas patentes e publicações.

E. Feições de Equipe Exemplares

Conforme mostrado na Figura 13 (e conforme aludido acima) e na Figura 14, os sistemas e métodos de acordo com esta invenção não estão limitados para uso com um(a) único(a) jogador(a). Em vez disso, vários(as) jogadores(as), opcionalmente em ambas as equipes, podem ser equipados(as) com transmissores e/ou receptores ativos que interagem com o equipamento de transmissão, recepção e/ou reflexão equipado com a bola 130 ou 1200. Quando vários(as) jogadores(as) em uma equipe são equipados(as) com equipamento eletrônico apropriado conforme descrito acima, pode-se determinar quando a bola 130, 1200 se move de um membro da equipe para outro. Tais sistemas e métodos podem ser úteis para fornecer diversas métricas de equipe, tais como tempo de posse da bola com a equipe, passes rápidos e eficiência, precisão de passe, inversões de jogada, tomadas de bola, detenções do adversário, etc. Todos os dados (como, por exemplo, dos(as) jogadores(as) de ambas as equipes, da bola 130, 1200, etc.) podem ser transmitidos para um único sistema de computador remoto 120 ou, opcionalmente, se desejado, para sistemas de computador remotos 120 diferentes (como, por exemplo, um para cada equipe, um para cada jogador(a), etc.). Ainda como outro exemplo, se desejado, os dados podem ser simplesmente registrados durante o jogo ou sessão de prática (conforme descrito com referência às Figuras 4 e 5 acima) e posteriormente transferidos ou senão acessados para uso pelos(as) jogadores(as) individuais, pelos instrutores, etc. Os diversos dados do(a) jogador(a) podem ser também intercomunicados entre si por meio de redes não hierárquicas, de modo que os(as) jogadores(as) possam comparar os desempenhos de maneira rápida e fácil, como, por exemplo, nas linhas laterais, no vestiário, etc.

As métricas orientadas para equipe também permitem que jogadores(as) e instrutores olhem os dados individuais e de equipe e determinem diversas feições ou características de jogo, como, por exemplo, quais jogadores(as) jogam melhor juntos(as), os pontos fortes e os pontos fracos dos indivíduos, os pontos fortes e os pontos fracos de diversos agrupamentos de jogadores(as), quem está “monopolizando” a bola, quem está pouco envolvido no jogo, quem está desperdiçando jogadas, etc. Os instrutores e/ou membros da equipe podem avaliar os dados em tempo real (nas linhas laterais, na caixa do instrutor, por exemplo) durante o jogo ou sessão de prática para melhor entender se uma combinação de jogadores(as) está funcionando (ou, potencialmente, para descobrir uma lesão ou necessidade de substituição quando se observa que o desempenho de um(a) jogador(a) piorou subitamente. Além disto, os dados de equipe podem ser usados para motivar os indivíduos a se desafiarem uns aos outros e/ou para motivá-los a fazer esforços para melhorar as estáticas da equipe como um todo.

F. Feições de Sítio da Rede Exemplares

Aspectos adicionais desta invenção referem-se à apresentação de dados ao(à) jogador(a), instrutor, treinador ou outra(s) pessoa(s). Tais sistemas ajudam o(a) jogador(a) a medir e rastrear suas capacidades, marcar os aperfeiçoamentos ao longo do tempo, determinar as áreas que exigem trabalho adicional, etc. Os dados podem ser coletados através de um jogo, partes de jogos, uma prática, partes de práticas, vários jogos (ou partes deles), várias práticas (ou partes delas), várias temporadas (ou partes delas), etc.

A Figura 15 mostra uma tela de interface com usuário 1500 exemplar que pode ser usada nos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. Conforme mostrado na Figura 15, a tela de interface 1500 pode apresentar muita informação ao(à) jogador(a), inclusive informações referentes a um jogo ou sessão de prática específica, assim como informações referentes ao uso de prazo mais longo dos sistemas e métodos de acordo com esta invenção. Conforme mostrado na Figura 15, por exemplo, as interfaces com usuário 1500 de acordo com esta invenção podem fornecer informações referentes ao número total de jogos jogados pelo(a) jogador(a), os minutos totais registrados pelo(a) jogador(a) usando o sistema, a velocidade mais elevada do(a) jogador(a) ao longo desse período de tempo e a velocidade mais elevada do(a) jogador(a) enquanto de posse da bola (enquanto ele(a) estava pessoalmente com a posse da bola ou bem próximo(a) dela, não enquanto a equipe tinha a posse).

A tela de interface 1500 fornece também informações para um jogo individual (com a capacidade de selecionar entre os diversos jogos armazenados no sistema). Conforme mostrado na Figura 15, nesta interface exemplar a tela 1500 exibe informações referentes à velocidade de movimento do(a) jogador(a) durante este jogo específico (isto é, o Jogo 24), à velocidade de movimento com a posse da bola durante este jogo específico, ao número de “arrancadas” durante o jogo (como, por exemplo, ao número de vezes em que a velocidade de movimento do(a) jogador(a) ultrapassou um limite predeterminado, tal como 75% da sua velocidade mais elevada) e à “potência de chute” mais elevada do(a) jogador(a) no decorrer do jogo (como, por exemplo, a velocidade mais elevada da bola registrada a partir do chute do(a) jogador(a)). Além disto, se desejado, a interface com usuário pode ser adaptada para permitir a seleção pelo usuário de diversas métricas ou informações diferentes a serem exibidas.

A parte de “Linha de Jogo” desta tela de interface 1500 exemplar inclui informações referentes ao jogo específico exibido. Na tela 1500 mostrada, por exemplo, a Linha de Jogo inclui informações que indicam toda a distância em que o(a) jogador(a) se moveu durante o jogo, o número de minutos jogados e o número de “toques” ou vezes em que o(a) jogador(a) teve a “posse” da bola. Além disto, neste exemplo, a Linha de Jogo inclui informações referentes à velocidade do usuário no decorrer do jogo, assim como às vezes em que a equipe do(a) jogador(a) teve a posse da bola. Neste exemplo, as partes pretas escuras 1502a da

linha de velocidade de movimento 1502 do(a) jogador(a) indicam quando a equipe do(a) jogador(a) não teve a posse da bola, e as partes cinzentas mais claras 1502b da linha de velocidade de movimento 1502 do(a) jogador(a) indicam quando a equipe do(a) jogador(a) teve a posse da bola. A parte visível da linha de velocidade de movimento 1502 pode ser alterada de modo que qualquer parte desejada do jogo possa ser exibida (o período de tempo de 60 a 90 minutos é exibido neste exemplo mostrado), ou um jogo inteiro (ou a parte na qual o(a) jogador(a) jogou) pode ser exibido em uma única vista, se desejado. Outras métricas podem ser exibidas na parte de Linha de Jogo da interface 1500, se desejado, dentro do alcance desta invenção, ou no lugar desta linha de tempo de velocidade de movimento 1502 ou adicionalmente a ele (como, por exemplo, as vezes em que o(a) jogador(a) chutou a bola, os gols do(a) jogador(a) (conforme mostrados), os passes bem sucedidos do(a) jogador(a), os gols da equipe, etc.). Além disto, se desejado, a interface com usuário de acordo com a invenção pode ser projetada para permitir a seleção pelo usuário de diversas métricas diferentes na parte de Linha de Jogo.

As interfaces com usuário de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem exibir também informações (ou mesmo informações de equipes em competição), se mais de um(a) jogador(a) estiver equipado(a) com os sensores e detectores de acordo com esta invenção. A Figura 16 mostra uma tela de interface com usuário 1600 exemplar na qual dados de cinco jogadores(as) são exibidos em uma única tela. Neste exemplo, os dados de velocidade de movimento do(a) jogador(a) (velocidade de arrancada mais elevada) para cinco jogadores(as) que participaram de um único jogo (Jogo 24) são exibidos de modo que, por exemplo, os(as) jogadores(as) ou instrutores possam comparar as características de desempenho. Além disto, nesta tela de interface 1600 exemplar, dados para outros jogos podem ser selecionados, ou dados para outras métricas medidas podem ser exibidos desta maneira comparativa entre vários(as) jogadores(as) (como, por exemplo, velocidade na bola, número de arrancadas, número de toques, potência de chute, número de passes bem sucedidos, números de tomadas de bola, número de inversões de jogada, etc.) Outros dados de equipe ou outras métricas medidas podem ser também disponibilizadas e exibidas neste tipo de tela de interface com usuário dentro do alcance desta invenção.

Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir “objetivos” ou “desafios”. Enquanto os objetivos podem ser fixados pelo(a) jogador(a) individual para ele ou ela, opcionalmente, os objetivos ou desafios podem ser fixados por um instrutor, um(a) companheiro(a) de equipe, um(a) competidor(a), etc. As Figuras 17A e 17B mostram um exemplo. A Figura 17A mostra uma tela de interface com usuário semelhante à da Figura 15, mas, neste exemplo, cada métrica de dados inclui também blocos “acinzentados” que representam um “objetivo” ou “desafio” do(a) jogador(a) para essa métrica. Na Figura 17A, por exemplo, os dados do Jogo 24 são exibidos com uma indi-

cação do desempenho do(a) jogador(a) no jogo (as caixas enegrecidas) e uma indicação de onde o desempenho do(a) jogador(a) ficou com relação aos seus níveis de “objetivo” ou “desafio” (as caixas acinzentadas). A métrica específica para o “objetivo” ou “desafio” pode ser exibida de qualquer maneira desejada, como, por exemplo, clicando-se na última caixa associada ao objetivo ou desafio, pairando-se sobre uma caixa acinzentada, através de uma exibição contínua, etc. Notadamente, neste exemplo mostrado, o sistema indica que o objetivo ou desafio de “velocidade” mais elevada total do(a) jogador(a) é de 18,4 km/h, enquanto no presente jogo eles(as) tinham corrido apenas a uma velocidade mais elevada de 17,2 km/h.

No jogo seguinte (Jogo 25), contudo, conforme mostrado na tela de interface com usuário 1750 da Figura 17B, o(a) Jogador(a) A alcançou seu objetivo de velocidade correndo 18,5 km/h. Neste exemplo, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem prover uma mensagem congratulatória (como, por exemplo, textual, visual, audivelmente, etc., observem-se as alterações na parte de Linha de Jogo da Figura 17B em comparação com a Figura 17A). Além disto, se desejado, em um esforço para manter o(a) jogador(a) motivado(a), um novo “objetivo” ou “desafio” pode ser calculado e exibido para o(a) jogador(a). Além disto, se desejado, quando apresentada como um desafio de uma terceira parte, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem enviar uma mensagem ao(à) desafiador(a) (ou oferecer deixar o(a) jogador(a) compor uma mensagem para seu(sua) desafiador(a)) para avisar que o desafio tinha sido cumprido. Outros “prêmios”, informações motivacionais ou outro tipo de interação podem ser fornecidos, se desejado, dentro do alcance desta invenção.

As interfaces com usuário para os sistemas e métodos de monitoramento de desempenho atlético de acordo com esta invenção podem assumir uma ampla variedade de formas e formatos e proporcionar diversos tipos diferentes de exibições e informações dentro do alcance desta invenção. A Figura 18 mostra uma outra tela de interface com usuário 1800 exemplar na qual informações sobre a velocidade do(a) jogador(a), a potência de chute e a posse individual são exibidas em um gráfico mais circular (comparado com os gráficos lineares das Figuras 15-17B). A Figura 18 mostra também uma métrica de posse da bola pelo(a) jogador(a) em oposição à velocidade na bola e ao número de métricas de arrancada apresentadas nas Figuras 15, 17A e 17B. Exibições de outras métricas ou combinações de métricas são possíveis dentro do alcance desta invenção. Outras exibições gráficas ou outras exibições das informações de métrica desejadas podem ser também fornecidas dentro do alcance desta invenção.

G. Determinação de Lançamento *versus* Chute

Em pelo menos alguns sistemas e métodos exemplares de acordo com esta invenção, é desejável distinguir entre situações nas quais a bola ou peça de equipamento esporti-

vo foi lançada e situações nas quais foi chutada. Isto pode ser útil em diversos esportes, tais como futebol (como, por exemplo, de modo a se determinar quando o jogo foi retomado e como foi retomado, conforme será descrito mais detalhadamente a seguir) e basquetebol (como, por exemplo, de modo a se determinar se a posse da bola deve ser concedida à outra equipe). Uma determinação de lançamento *versus* chute pode ser útil também para determinar outras métricas, tais como tempo de posse no futebol, da mesma maneira que a determinação de lançamento *versus* chute pode ser útil para ajudar a determinar quando a bola sai dos limites (na lateral, por exemplo) durante um jogo de futebol (por exemplo, o tempo entre uma ação de lançamento e uma ação de chute previamente determinada pode ser considerado tempo “fora dos limites” no futebol (uma vez que uma ação de lançamento é frequentemente usada para reiniciar o jogo de uma condição fora dos limites) e a quantidade de tempo pode ser deduzida do tempo determinado de posse da bola pela equipe). Aspectos desta métrica podem ser também úteis no basquetebol para determinar, por exemplo, quando a bola atingiu o chão (mais à semelhança da resposta do sensor a uma “ação de chute”, conforme descrito a seguir) em oposição a ser empurrada com a mão (como para uma jogada ou passe).

De acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção, conforme mostrado nas Figuras 19A e 19B, a saída de um ou mais sensores de pressão (um sensor de pressão montado na bola e/ou um sensor de pressão montado no pé, por exemplo) e/ou de um ou mais acelerômetros (ou outro dispositivo de detecção inercial) (montado na bola e/ou montado no pé, por exemplo) pode ser usada para determinar se a bola foi lançada ou chutada. A Figura 19A mostra respostas do sensor à bola durante uma ação de lançamento típica (como, por exemplo, um lançamento para dentro da área no futebol, uma tentativa de cesta no basquetebol, etc.), e a Figura 19B mostra as respostas do sensor à bola durante uma ação de chute típica (ou um drible fora do chão no basquetebol). Conforme mostrado na Figura 19A, a saída tanto de um sensor de pressão quanto de um sensor de aceleração durante uma ação de lançamento tenderá a ser um sinal lento, longo (ou, dependendo do lançamento, pode haver de pouco a nenhum sinal de pressão de todo a partir de uma única ação de lançamento). Durante uma ação de lançamento, contudo, conforme mostrado na Figura 19B, um sinal de impulso relativamente curto e intenso é gerado tanto pelo sensor de pressão quanto do sensor de aceleração, seguido de um retardamento de taxa baixa da bola (como, por exemplo, devido à aerodinâmica, à gravidade, etc.). A alteração da pressão dentro da bola (ou outro objeto) é muito mais lenta quando lançada do que quando chutada, mas a alteração da pressão pode durar um tempo mais longo no decorrer de um evento de lançamento. Além disto, a saída do acelerômetro tenderá a constituir um sinal muito mais longo e um nível mais baixo de aceleração a partir de um lançamento do que a partir de um chute. Estas diferenças na saída do sensor entre as Figuras 19A e 19B permitirão que os

sistemas e métodos de acordo com exemplos desta invenção distingam entre ações de lançamento (tais como lançamentos para dentro da área no futebol, tentativas de cesta ou passes no basquetebol, etc.) e ações de chute (ou outras ações semelhantes que gerarão um pico de saída de pressão e aceleração, tal como o contato da bola com o chão (um drible, por exemplo), o contato da bola com um aro de basquetebol, o contato da bola ou disco de borracha com uma trave de gol ou bastão de hóquei (como, por exemplo, no futebol americano, no hóquei, no futebol, etc.)).

H. Determinação de “Explosividade”

A Figura 20 mostra um exemplo de feições que podem estar envolvidas na determinação de uma métrica de “explosividade” ou “potência”. Algumas métricas que podem ser úteis nos sistemas e métodos de monitoramento de desempenho atlético de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção referem-se a maneiras de determinar a dureza com que um indivíduo está trabalhando no decorrer de um jogo ou sessão de prática. A Figura 20 mostra diversas feições envolvidas na determinação de uma métrica de “explosividade” exemplar. Quando os(as) atletas estão em uma posição de agachamento (como, por exemplo, conforme mostrado na Figura 20, corredores, dianteiros no futebol americano, beques ou outros(as) jogadores(as), etc.), a sua eficiência no início da atividade é frequentemente determinada pela rapidez com que se lançam à ação (como, por exemplo, saem dos bloqueios iniciais, saem em frente de jogadores(as) defensivos(as) em corrida para fazer um bloqueio, etc.). Conforme mostrado na Figura 20, a determinação da distância entre os pés do(a) atleta e sua parte corporal superior ou tronco e da taxa de alteração desta distância pode ser usada para determinar uma métrica de “explosividade”, que pode ser a aferição do desempenho do(a) atleta. Notem-se, por exemplo, as diferenças na orientação e no comprimento entre o módulo baseado no pé e o módulo baseado no tronco a partir da posição de agachamento (a linha cheia) e da posição de “explosão” inicial (a linha quebrada). A medição e o rastreamento da distância e/ou do ângulo e das suas taxas de alteração podem ser usados para determinar diversas feições ou outras métricas, como a explosividade inicial, a explosividade no decorrer de um jogo ou sessão de treinamento, os aperfeiçoamentos na explosividade, a eficiência de treinamento ou condicionamento, etc.

O sistema de medição pode utilizar dois sensores (sensores sem fio, por exemplo) ou outros módulos que permitam a determinação da distância relativa entre dois pontos (um ponto baseado no pé e um ponto baseado no tronco ou centro do corpo). Os dois sensores podem relatar suas posições de modo a permitirem a determinação das suas posições relativas, e estas informações podem ser armazenadas (por exemplo, em um dos sensores ou módulos, em outro dispositivo portado pelo(a) atleta, tal como um telefone móvel, um relógio, um PDA, um dispositivo de repetição de áudio/vídeo, um aparelho de MP3, etc.), transmitidas para outro local (tal como um servidor remoto, um computador portátil ou outro com-

putador, etc.), etc.

Podem ser também usadas métricas de explosividade ou potência ligadas a uma ação de salto, tal como uma ação do salto no basquetebol (ou em outros esportes), por exemplo.

5 A Figura 21 mostra outra maneira potencial de medir métricas de explosividade ou potência pela determinação da aceleração do(a) jogador(a). Geralmente, conforme mostrado na Figura 21, quando da aceleração (conforme mostrado à esquerda na Figura 21), o centro de massa e/ou o tronco do(a) atleta são localizados à frente dos pés. Quando um ritmo estável é obtido (ou quando se diminui a velocidade, conforme mostrado mais à direita na Figura 21), o centro de massa e/ou o tronco se alinham mais de perto em sentido vertical. Nesta métrica exemplar, é determinado o ângulo de alteração do tronco do(a) jogador(a), e a taxa de alteração deste ângulo fornecerá informações quanto a se o(a) atleta está acelerando, se movendo a um ritmo estável ou desacelerando.

15 Como alguns exemplos mais específicos do sistema da Figura 21, o sistema de detecção pode incluir um ou mais de: um acelerômetro, um giroscópio ou outros dispositivos detectores de rotação. Um sensor pode ser colocado na parte superior do corpo e usado para medir a taxa de alteração do ângulo da parte superior do corpo com relação ao centro do corpo (a área de cintura ou pélvica, por exemplo) e/ou aos pés. Como outro exemplo, se desejado, a taxa de alteração do vetor de gravidade pode ser medida por um acelerômetro
20 montado na parte superior do corpo. Opcionalmente, se desejado, esta métrica pode ser usada em combinação com métricas de movimento dos pés ou das pernas de modo a se obterem informações adicionais ou métricas mais detalhadas com relação a atividades específicas. A(s) métrica(s) de movimento do pé ou da perna pode(m) ser medida(s) com o uso de um acelerômetro, um sensor piezelétrico, etc., para medir a velocidade de movimento do pé, a força de impacto do pé, o tempo de jogada com o pé entre os contatos com o
25 chão, etc. A combinação da taxa de alteração do ângulo do tronco com outros dados, tais como um ou mais de: peso, altura do corpo, localização do pé, movimento do pé, velocidade do pé ou semelhantes, pode permitir a determinação da aceleração real do(a) jogador(a).

30 I. Feições e/ou Métricas Potenciais Adicionais que podem ser Medidas nos Sistemas e Métodos de acordo com esta Invenção

Conforme observado acima, embora muito da descrição acima tenha sido apresentado em termos de uso em um ambiente de futebol, dado o benefício desta revelação, os versados na técnica podem prontamente estender os aspectos e feições desta invenção para outros esportes em equipe, tais como basquetebol, futebol americano, hóquei, hóquei
35 de campo, lacrosse, baseball, críquete, voleibol, badminton, tênis e semelhantes. Diferentes métricas podem ser rastreadas, armazenadas e/ou exibidas para diferentes jogadores(as) ou para diferentes posições na equipe (atacantes *versus* jogadores(s) de meio de campo

versus jogadores(s) de defesa, etc.).

Uma ampla variedade de parâmetros ou métricas pode ser medida e determinada dentro do alcance desta invenção. Com a inclusão das diversas métricas descritas acima, métricas adicionais que podem ser medidas nos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir: salto vertical (com um acelerômetro de três eixos geométricos montado no centro do corpo); número de saltos; altura do salto com a bola; altura do salto sem a bola; ritmo da equipe ou ritmo do jogo (uma medida agregada de velocidade, distância e/ou outros dados de todos os(as) jogadores(as) da equipe); posição e/ou movimento no campo; posição e/ou movimento no campo com relação à localização da bola; intervalos de velocidade média (com a bola e sem a bola); intervalos de velocidade mais elevada (com e sem a bola); distância total movida (com e sem a bola); intervalos de distância; potência de arremesso; chutes a gol; intervenções; bloqueios; defesas; duração de jogo; tempo de jogo; estatísticas de jogo típicas; etc. Os dados referentes a quaisquer destas ou das outras métricas acima podem ser combinados e/ou também processados, se desejado, de modo a se obterem outras métricas ou índices referentes ao desempenho do(a) atleta, tais como um índice de “ambição” ou “intensidade”, o número de jogadas sem um gol, o número médio de jogadas entre gols, detenções de adversário por jogo, minutos sem desistir de um gol, bloqueios de jogada, etc.

Outra métrica útil semelhante a uma descrita acima pode ser chamada “explosividade”, como, por exemplo, dados e métricas que rastreiam os movimentos iniciais do(a) jogador(a) a partir de um ritmo retardado ou posição parada. Por exemplo, esta métrica pode incluir informações sobre aceleração referentes aos primeiros dois ou três passos. Além disto ou alternativamente, esta métrica pode incluir informações referentes à força aplicada ao pé ou pés do(a) atleta mesmo antes que o(a) atleta se mova (isto é, à medida que ele ou ela se prepara ou “carrega” para decolar).

Outra métrica útil pode envolver a consideração das diferenças no desempenho do(a) jogador(a) no decorrer de um único jogo. Se o(a) jogador(a) tem uma queda de rendimento acentuada posteriormente no jogo, esta informação pode ser útil para o instrutor (como, por exemplo, para dar motivação, para induzir substituição, etc.) ou para o(a) jogador(a) (como, por exemplo, para induzir trabalho de condicionamento, etc.).

Os sistemas e métodos de acordo com esta invenção também podem permitir a entrada pelo usuário de outras informações relativas ao jogo, tais como temperatura, umidade, condições de vento, condições de campo (como, por exemplo, úmido, seco, etc.), etc. O rastreamento destas condições pode ser útil para saber como os(as) jogadores(as) atuam em diversas condições e determinar quais jogadores(as) pôr em campo em um dado conjunto de condições.

Se desejado, os aspectos desta invenção podem incluir também diversas feições

de comutação LIGA-DESLIGA automáticas, como, por exemplo, para preservar a energia de bateria para o tempo de jogo real, mas também para assegurar que os dados desejados sejam captados. Como um exemplo, um árbitro, um marcador de gols ou instrutor pode incluir um dispositivo que LIGA e DESLIGA todos os dispositivos de um local central. Como
 5 outro exemplo, se desejado, a detecção da frequência de apito do árbitro pode ser usada para ligar e desligar os dispositivos.

Os sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção podem também permitir que um indivíduo compare ou seu desempenho (qualquer métrica medida, por exemplo) com o de um(a) atleta ou outro(a) jogador(a) profissional (como, por exemplo, ao
 10 nível de jogo por jogo, ao nível da métrica, etc.) Conselhos de treinamento ou exercícios de prática também podem ser transferidos ou fornecidos ao(à) jogador(a) pelos sistemas e métodos de acordo com esta invenção, opcionalmente, com base nas métricas de desempenho medidas armazenadas no sistema. Além disto, se desejado, os sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção podem ser também usados para recriar uma anima-
 15 ção do jogo (e do desempenho do(a) jogador(a)) na tela do computador depois de completado o jogo (ou mesmo enquanto está em andamento).

Os aspectos desta invenção podem ser também úteis para outros fins dentro do contexto de um esporte em equipe, como, por exemplo, um auxiliar de árbitro (o jogador teve a posse da bola?, o jogador saiu dos limites do campo?, a bola foi para fora?, o arremesso foi feito antes do término do jogo?, etc.). Os instrutores podem também usar as fei-
 20 ções da invenção durante as práticas, exercícios ou mesmo durante todo o jogo de modo a determinar quais jogadores(as) devem jogar, quais jogadores(as) devem jogar juntos(as), quais jogadores(as) não devem jogar juntos(as), como uma ferramenta motivacional, quando fazer uma substituição, etc.

A descrição seguinte, em conjunto com as Figuras 22 a 94, apresenta algumas informações detalhadas referentes à medição de diversas métricas e diversas outras feições dos sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção que podem ser úteis em diversos ambientes, inclusive para uso no monitoramento do desempenho atlético no contexto do futebol (como, por exemplo, para uso em um jogo de futebol, treinamento de
 30 futebol, prática de futebol, etc.) ou em outros esportes de equipe. As Figuras 22 a 94 mostram diversos cenários de futebol (ou outro esporte) (como, por exemplo, eventos de jogo ou prática típicos, tipos de jogo, tipos de controle de bola ou transferência de posse de bola, etc.) assim como “arquiteturas de detecção” exemplares e sensores e/ou combinações de sensores exemplares (“Modalidades Potenciais” nas Figuras 22-94) que podem ser úteis na
 35 coleta dos dados e na realização das medições para determinar as feições, os aspectos e as métricas com base nesses cenários. As abreviaturas seguintes são incluídas nas diversas figuras, e estas abreviaturas têm os significados apresentados a seguir:

Definições de Detecção de Movimento:

CS - Sensor de massa central (sensor(es) no centro do corpo do(a) atleta que capta(m) dados de movimento do(a) jogador(a))

5 SS – Sensor(es) baseado(s) no sapato (ou no pé) em um ou mais sapatos para captar dados de movimento do pé)

BS – Sensor na bola (sensor(es) na bola para captar dados de movimento da bola)

Definições de Detecção de Proximidade:

10 CP – Sensor de proximidade de massa central (sensor(es) no corpo do(a) atleta que produz(em) um campo de detecção de proximidade em volta do(a) jogador(a), conforme descrito acima, por exemplo)

FP – Sensor de proximidade baseado no pé (sensor(es) montado(s) nos sapatos ou perto do pé que criam uma região de detecção de proximidade apertada entre a bola e um pé (que pode(m) ser idêntico(s) ou semelhante(s) ao(s) sensor(es) de massa central(ais) descrito(s) acima))

15 IM – Sensor de impacto (um impacto com marca de tempo sobre um sensor no pé e um sensor na bola que indica o contato pé/bola)

Tipos de Sensor:

R – Sistema de sensor baseado em radar

RF – Sistema de sensor baseado em rádio (ou radiofrequência)

20 GPS – Sistema de sensor baseado em satélite global de posicionamento

M – Sistema de sensor baseado em ímã (sensores de Efeito de Hall, etc.)

MC – Sistema de sensor baseado em bobina magnética

P – Sistema de sensor de pressão (piezelétrico, etc.)

A – Sistema de sensor baseado em acelerômetro

25 G – Sistema de sensor baseado em giroscópio

T – Sensor ou relógio de tempo

C – Bússola (bússola eletrônica, por exemplo)

30 As Figuras 22 a 35 mostram diversas feições potenciais para detectar as interações de jogadores(as) de futebol com a bola, como, por exemplo, durante um jogo, uma sessão de prática, etc. As feições destes sistemas, métodos e métricas de determinação de “jogador(a) com a bola” serão descritas mais detalhadamente a seguir.

Figura 22 – Posse de Recepção:

35 Para criar métricas úteis para o jogo de futebol, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção terão pelo menos alguma maneira de determinar quando a posse da bola começa (como, por exemplo, para determinar o tempo de posse por um(a) jogador(a) individual, o tempo de posse pela equipe, etc.). Portanto, os sistemas e métodos de acordo com exemplos desta invenção incluem alguma maneira de es-

colher e determinar eventos que iniciam o relógio de posse e/ou mantêm o relógio de posse funcionando. De acordo com este exemplo da invenção, os sensores no sapato e na bola podem ser usados para determinar e iniciar um evento de posse. A detecção de proximidade por si só (a proximidade do(a) jogador(a) com relação à bola, conforme descrito acima, por exemplo) pode não ser suficiente para determinar com precisão quando a posse realmente começa para todos os usos, de modo que podem ser usados métodos de detecção adicionais para determinar com maior precisão quando um relógio de tempo de posse pode ser iniciado de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção.

Conforme mostrado na Figura 22, neste sistema e método exemplares de acordo com a invenção, um sistema de detecção na bola (sensor de pressão, um acelerômetro, um giroscópio, um magnetômetro, etc.) detecta um impacto sobre a bola e, coincidentemente, um sensor (acelerômetro, piezo-elemento ou outro sistema de detecção inercial) na bota do(a) jogador(a) corresponde exatamente ao tempo de impacto. Este momento preciso pode ser usado em pelo menos alguns sistemas e métodos de acordo com esta invenção para determinar o início da posse. Em outras palavras, conforme mostrado na Figura 22, quando o(a) Jogador(a) A chuta a bola na direção do(a) Jogador(a) B, a proximidade do(a) Jogador(a) B com relação à bola e em seguida o contato entre o sapato do(a) Jogador(a) B e a bola, opcionalmente junto com o afastamento da bola das proximidades do(a) Jogador(a) A, serão usados para estabelecer a posse e iniciar um relógio de tempo de posse para o(a) Jogador(a) B e/ou continuar um relógio de tempo de posse para uma equipe (se o(a) Jogador(a) A e o(a) Jogador(a) estiverem na mesma equipe) e/ou iniciar um novo relógio de tempo de posse pela equipe (se o(a) Jogador(a) A e o(a) Jogador(a) B estiverem em equipes diferentes). Diversos exemplos da arquitetura de detecção e sistemas de sensor que podem ser usados para determinar esta métrica são mostrados na Figura 22.

Figura 23 – Posse pelo(a) Jogador(a):

Além de determinarem quando a posse por um(a) jogador(a) individual começa, os sistemas e métodos de acordo com alguns exemplos desta invenção podem também deseja rastrear por quanto tempo um(a) jogador(a) individual mantém a posse da bola. A Figura 23 mostra diversas feições exemplares de sistemas e métodos potenciais para determinar a posse por um(a) jogador(a) individual. Estes sistema e método exemplares de acordo com a invenção usam sensores no sapato e na bola para iniciar este evento (conforme descrito acima com referência à Figura 22), e em seguida usa feições de detecção de proximidade para confirmar que o(a) jogador(a) manteve a posse da bola depois desse contato inicial e da duração de tempo associada a esta posse. Por exemplo, quando o(a) jogador(a) chuta a bola fora de sua proximidade (pelo menos em determinadas condições, conforme será descrito mais detalhadamente a seguir) ou se o(a) jogador(a) for derrubado e perder a posse (conforme será descrito mais detalhadamente a seguir), estes eventos podem ser determi-

nados como eventos de término de posse (que podem ser usados para interromper, pelo menos temporariamente, o relógio de tempo de posse desse(a) jogador(a). Podem ser usados diversos exemplos de determinação de posse e/ou proximidade do(a) jogador(a), conforme descrito acima.

5 Como alguns exemplos mais específicos, conforme observado acima, um sistema de detecção na bola (como, por exemplo, sensor de pressão, acelerômetro, giroscópio, magnetômetro, etc.) detecta um impacto sobre a bola e, coincidentemente, um sensor na bota do(a) jogador(a) (como, por exemplo, um acelerômetro, um piezo-elemento ou outro sistema de detecção inercial) detecta exatamente o tempo de impacto. Este momento preciso
10 so determina o início da posse. Em seguida, pode ser usado um sensor de proximidade no corpo (como, por exemplo, conforme descrito acima, um sistema RADAR, de radiofrequência ou de ímã) para confirmar que a bola permanece no campo de proximidade e (por meio do sensor de contagem de tempo) a quantidade de tempo em que a bola permanece dentro deste campo de proximidade (opcionalmente, sem que outro(a) jogador(a) tenha contato
15 com a bola, o que constituiria uma alteração na posse individual (mas não necessariamente na posse pela equipe)).

Figura 24 – Velocidade na Bola:

Conforme descrito acima, uma métrica que pode ser particularmente útil para determinação pelos sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção constitui
20 uma métrica de “velocidade na bola” do(a) jogador(a) (como, por exemplo, uma medida da rapidez com que um(a) jogador(a) se move enquanto de posse da bola). A Figura 24 mostra um sistema e um método exemplares. Nestes sistema e método exemplares, um sistema de detecção de proximidade (tal como o de sensores RADAR, de radiofrequência, magnéticos, etc.) é usado para determinar quando a bola está próxima do(a) jogador(a). Sistemas de
25 detecção de impacto na bota (acelerômetro, piezo-elemento, etc.) são combinados com sistemas de detecção de impacto na bola (sensor de pressão, acelerômetro, giroscópio, etc.) para determinar quando o pé exerce impacto sobre a bola. A velocidade na bola é então determinada como a velocidade à qual o(a) jogador(a) se move enquanto na proximidade contínua da bola, com impactos do pé repetidos sobre a bola, e/ou como a velocidade à qual
30 o(a) jogador(a) se move enquanto se determina que a bola está continuamente em sua posse.

Como outra alternativa, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem continuar com a métrica de medição da “velocidade na bola” (assim como com uma métrica de posse pelo(a) jogador(a), conforme descrito acima)
35 mesmo quando a bola fica fora das capacidades de detecção de proximidade central em determinadas circunstâncias. Por exemplo, as métricas de velocidade e bola e/ou de posse pelo(a) jogador(a) podem continuar acionando seus relógios quando a bola se move fora

das capacidades de detecção de proximidade central desde que: (a) jamais seja detectado que a bola está próxima de outro(a) jogador(a) e/ou (b) a quantidade de tempo em que a bola está fora da faixa de detecção de proximidade central do(a) jogador(a) esteja abaixo de um limite de tempo especificado. Isto cobriria situações em que o(a) jogador(a) está corren-

5 do muito e dando dribles longos (que podem estender-se fora da faixa de detecção de proximidade central) enquanto mantém de maneira consistente o controle da bola.

Figura 25 – Dribles Curtos, de Ruptura e Longos:

Conforme descrito acima, a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (como, por exemplo, acelerômetro, sensor de pressão, etc.) pode corresponder em

10 temporização à saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bota de modo a combinar no tempo os impactos, de modo que os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção sejam capazes de determinar quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). Pode ser também usado um sistema de detecção de proximidade (como, por exemplo, de detecção magnética, RSSI, etc.) para deter-

15 minar quando a bola está próxima dos(as) jogadores(as) específicos(as) no campo. Pode ser determinada uma ação de “drible” por contatos pé/bola repetidos por um único(a) jogador(a), por exemplo. A combinação da determinação de uma ação de drible com outras métricas, tais como métricas de velocidade/aceleração do(a) jogador(a), pode fornecer outras informações úteis para avaliar o desempenho atlético. Mais especificamente, os sistemas e

20 métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem diferenciar entre tipos diferentes de drible e permitir a determinação de métricas diferentes.

Como alguns exemplos mais específicos, podem ser determinados os tipos de drible seguintes: (a) um “drible curto” pode ser definido como o drible da bola pelo(a) jogador(a) com uma velocidade de jogador(a) lenta (como, por exemplo, abaixo de uma veloci-

25 dade de limite, opcionalmente uma velocidade de limite baseada na velocidade de corrida mais elevada e/ou velocidade de corrida média do(a) jogador(a) individual, (b) um “drible de ruptura” (ou drible de “desprendimento”) pode ser definido como um(a) jogador(a) com uma velocidade de jogador(a) em aceleração e (c) um “drible longo” pode ser definido como o drible do(a) jogador(a) que começa com um drible de ruptura seguido de uma velocidade de

30 jogador(a) estável e/ou em seguida do contato repetido com a bola pelo(a) mesmo(a) jogador(a). Os sistemas e métodos de acordo com os aspectos desta invenção podem também segmentar o tempo de posse pelo(a) jogador(a) nos diversos tempos que o(a) jogador(a) gastou nestas diversas atividades de drible diferentes.

Figura 26 - Colisão e Corrida de Velocidade:

Esta jogada comum na partida de futebol pode ser detectada pelos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção com o uso de vários sistemas de detecção e a combinação das suas saídas. Um sistema de detecção de impacto

dentro da bola (como, por exemplo, acelerômetro, sensor de pressão, etc.) é combinado com um sistema de detecção de impacto dentro da bola para combinar no tempo os impactos de modo a saber quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a), conforme descrito acima. Além disto, um sistema de detecção de velocidade do(a) jogador(a) (como, por exemplo, baseado no pé, baseado na detecção inercial montada no centro, etc.) pode ser usado para determinar a velocidade do(a) jogador(a). Com o uso da determinação do início da posse, conforme descrito acima, uma sequência exemplar de eventos que pode levar à determinação de um evento de “colisão e corrida de velocidade” pode incluir as seguintes etapas sequenciais:

- 10 a.O impacto da bola é detectado juntamente com o impacto do pé, determinando-se o início da posse;
- b.O sistema de detecção de proximidade determina quando um(a) jogador(a) oposto(a) entra dentro do raio da posse;
- c.Os sensores na bola e no sapato determinam então um chute pelo(a) jogador(a)
- 15 que tem a posse;
- d.O sistema de detecção de velocidade detecta uma corrida de velocidade enquanto a bola está localizada fora do raio de detecção de proximidade do(a) jogador(a);
- e.O(s) mesmo(a) jogador corre então até a bola e o sistema de detecção de proximidade determina a proximidade jogador(a)/bola;
- 20 f.Em seguida, os métodos de determinação do início da posse descritos acima são então usados para determinar a retomada da posse pelo(a) jogador(a). O número de eventos de “colisão e corrida de velocidade” detectados para um(a) jogador(a) no decorrer de um jogo (ou outro período de tempo) pode ser determinado como uma métrica, como, por exemplo, uma medida da eficiência do(a) jogador(a) em evitar jogadores(a) de defesa, como
- 25 a capacidade de controle da bola pelo(a) jogador(a), etc.

Figura 27 – Controle Estrito

Uma habilidade importante no jogo de futebol

- é a capacidade do(a) jogador(a) de manter a bola dentro de uma proximidade muito íntima dele(a) enquanto atinge velocidades de corrida muito elevadas. Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem ser usados para
- 30 determinar a velocidade mais elevada (ou velocidade média, etc.) do(a) jogador(a) quando mantém a bola bem próxima. Como alguns exemplos mais específicos, um sistema de detecção inercial pode ser usado para determinar a velocidade e a distância de movimento do(a) jogador(a) (como, por exemplo, acelerômetros, piezo-elementos, etc.) e um sistema de
 - 35 detecção de impacto dentro da bola (como, por exemplo, acelerômetro, sensor de pressão, etc.) pode ser combinado com um sistema de detecção inercial dentro da bota para combinar no tempo os impactos, de modo a permitir a determinação de quando a bola é atingida

pelo pé de um jogador(a) específica. Opcionalmente, podem ser instalados sistemas de sensor para permitir a determinação da trajetória que o pé percorreu no decorrer do seu movimento (como, por exemplo, acelerômetros, giroscópios, etc.). Um sistema de detecção de proximidade é também usado (como, por exemplo, detecção magnética, radiofrequência, RADAR, etc.) para permitir a determinação de quando a bola está próxima dos(as) jogadores(as) no campo. Com o uso de tal hardware, a determinação de “controle estrito” pode ser efetuada da maneira seguinte:

a. Os sistemas de detecção de proximidade determinam quando a bola está próxima do(a) jogador(a).

b. A velocidade é determinada usando-se um sistema de velocidade e/ou distância no corpo ou no sapato, tal como um acelerômetro, piezo-elemento ou semelhante.

c. Em nenhum momento durante a corrida a bola pode deixar uma proximidade definida do(a) jogador(a).

Tal sistema pode permitir a determinação da velocidade mais elevada, da velocidade média e/ou outras características de velocidade do(a) jogador(a) enquanto em todos os momentos mantém a bola dentro de uma proximidade ou distância definida do seu corpo (isto é, velocidade de movimento enquanto mantém controle estrito sobre a bola). Tal métrica pode ser útil na identificação de jogadores(as) com velocidade de ruptura que ainda terão uma boa capacidade de manter controle e posse da bola mesmo a velocidades elevadas.

Figura 28 – Distribuição do Pé durante o Drible

Este aspecto exemplar da invenção combina um sistema de detecção de impacto em cada um dos sapatos do(a) usuário(a) e um sistema de detecção de impacto na bola, conforme foi descrito acima. Os eventos de impacto correlacionados no tempo entre a bola e cada sapato individual podem ser verificados de modo a se permitir a determinação do pé que chutou a bola. Estes dados podem ser registrados no decorrer de um jogo (ou qualquer período de tempo desejado), e o sistema pode armazenar estas informações e/ou comunicar sem fio os dados a um local remoto. Os dados podem ser apresentados ao(à) jogador(a) (ou instrutor, etc.) como, por exemplo, um gráfico, um histograma, etc., para informar ao(à) jogador(a) a frequência com que usam cada pé durante o drible. Esta métrica pode ser também usada, pelo menos em parte, para formular um relatório para o(a) atleta que inclua sugestões sobre como melhorar. Esta métrica permite a determinação do pé dominante usado pelo(a) atleta, o que pode levar a outras métricas (como o desenvolvimento do pé fraco de modo a obter melhores jogadas a gol, etc.)

Figura 29 – Controle da Bola Entrante:

Este aspecto exemplar da invenção usa uma combinação de diversos sistemas de detecção descritos acima para criar uma métrica de habilidade que descreve a excelência com que o(a) jogador(a) liga com uma bola entrante (como, por exemplo, de um passe, du-

rante uma tomada de bola, etc.). Uma fórmula pode ser criada pela combinação de duas ou mais das métricas seguintes, algumas das quais são descritas acima e algumas das quais são descritas mais detalhadamente a seguir): (a) Estilo de Chute, (b) Velocidade da Bola, (c) Proximidade, (d) Desaceleração da Bola (determinada pelos sistemas de detecção inercial/de pressão na bola) e/ou Velocidade do(a) Jogador(a). Como exemplo mais específico, se desejado, a razão de (Velocidade da Bola Entrante + Velocidade do(a) Jogador(a))/Proximidade da Bola depois do primeiro toque pode proporcionar uma métrica útil. Se a bola for mantida bem próxima do(a) jogador(a) durante um chute entrante, isto indica bom controle do(a) jogador(a) sobre a bola. A manutenção da proximidade íntima da bola entrante depois do primeiro toque do(a) jogador(a), particularmente quando a bola está se movendo a alta velocidade e/ou o(a) jogador(a) está se movendo a alta velocidade, é ainda mais difícil. Portanto, uma razão elevada, como a descrita acima, proporcionaria uma métrica de controle de bola entrante potencial. Outras métricas de controle podem ser determinadas usando-se, por exemplo, as outras métricas descritas acima dentro do alcance desta invenção.

Figura 30 – Passe de Um Toque

O “passe de um toque” é uma jogada frequentemente usada no futebol que pode ter muita influência no jogo, proporcionando o movimento rápido da bola e a criação de espaço entre a bola e os(a) jogadores(as) de defesa. A determinação de “passe de um toque” pode ser feita de maneira semelhante a uma combinação de determinação de “passe” e determinação de “posse”, conforme descrito acima. No cenário de “passe de um toque”, a bola entra nas proximidades do(a) jogador(a) rapidamente, atinge um dos pés do(a) jogador(a) uma vez (determinado com o uso de sensores de impacto na bola e na bota combinados no tempo, por exemplo), se desloca para fora das proximidades e (opcionalmente), entra na posse ou proximidade de um(a) companheiro(a) de equipe. Embora o(a) jogador(a) que efetua o passe de um toque possa não (e/ou não precise) obter crédito de tempo de posse (uma vez que seu tempo de posse é curto demais), a contagem do envolvimento do(a) jogador(a) na jogada e/ou a contagem do passe do(a) jogador(a) podem ser informações muito valiosas e uma métrica muito valiosa (como, por exemplo, para determinar diversos outros dados ou métricas, tais como jogadas auxiliares, eficácia de passe, etc.) no entendimento da eficiência de um jogador(a) específico(a).

Figura 31 – Detenção de Adversário Evitada:

Para determinação deste evento e/ou métrica, a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola é combinada no tempo com a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bota para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). Um sistema de detecção de proximidade pode ser também usado, conforme descrito acima, para permitir a determinação de quando a bola está

próxima dos(as) diversos(as) jogadores(as) no campo. A determinação da métrica de “detenção de adversário evitada” de acordo com este exemplo da invenção usa a métrica de drible definida acima e uma determinação de tempo disputado (como, por exemplo, como um período de tempo em que a bola está localizada dentro da proximidade íntima com relação aos(as) jogadores(as) em ambas as equipes). As saídas de sensor seguintes podem ser usadas para determinar se uma detenção de adversário foi evitada:

a. Um drible ou posse é registrado(a) por ou concedido(a) a um(a) jogador(a) específico(a).

b. O sistema de detecção de proximidade da bola detecta um evento de “tempo disputado” quando dois(duas) ou mais jogadores(as), com pelo menos um(a) de cada uma das equipes em cima do lance, localizado dentro de uma proximidade predeterminada com relação à bola.

c. Pouco depois, outra determinação de drible ou posse é registrada por ou concedida ao(à) mesmo(a) jogador(a) como na etapa acima, mas sem outros(as) jogadores(as) nas proximidades da bola (conforme detectado pelo sistema de detecção de proximidade).

Esta sequência de eventos pode ser usada para premiar um evento de “detenção de adversário evitada” para a manutenção da posse pelo(a) jogador(a). A tabulação de tais eventos pode fornecer métricas de controle da bola úteis para os(as) diversos(as) jogadores(as).

Figura 32 – Detenção de Adversário Bem Sucedida:

A determinação de detenções de adversário bem sucedidas é também uma métrica útil que pode ser rastreada pelos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. A determinação desta métrica é substancialmente idêntica à determinação da métrica de “Detenção de Adversário Evitada” descrita acima, exceto por ter uma determinação de detenção de adversário bem sucedida, um(a) jogador(a) de oposição que esta próximo(a) da bola, um(a) jogador(a) que participou da detenção, deixa a posse da bola ou passa com sucesso a bola para um(a) companheiro(a) de equipe (um(a) jogador(a) na equipe oposta à da posse concedida inicialmente ao(à) jogador(a)). Mais especificamente, conforme mostrado na Figura 32, enquanto o(a) Jogador(a) A tem a posse da bola (está driblando, por exemplo), o(a) Jogador(a) B da equipe adversária se move para tentar uma detenção; o(a) Jogador(a) A perde a posse para o(a) Jogador(a) B durante o tempo de posse disputada; e o(a) Jogador(a) B deixa a posse exclusiva da bola ou passa a bola para um membro da equipe. A tabulação de eventos de detenção de adversário bem sucedidas pode fornecer métricas de controle de bola úteis para os(as) diversos(as) jogadores(as), como, por exemplo, para determinar manejadores de bola de baixa qualidade, jogadores defensivos superiores, etc.

Figura 33 – Um Evento de “Pele”:

A determinação de um evento de “pele” pode utilizar um sistema de detecção de impacto dentro da bola e sistemas de detecção de impacto dentro das botas para permitir a combinação no tempo de impactos na bola e nas botas e para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). Esta determinação pode
 5 utilizar também um sistema de detecção de proximidade para permitir a determinação de quando a bola está próxima dos(as) diversos(as) jogadores(as) no campo e, pelo menos em alguns exemplos, um sensor de rotação no(a) jogador(a) montado no centro (como, por exemplo, um sensor de bússola, um sensor de giroscópio, um acelerômetro, etc.) para permitir a determinação da direção para a qual o(a) jogador(a) está voltado(a) e/ou informações
 10 sobre rotação relativa do(a) jogador(a). Com o uso de tal sistema, uma “pele” pode ser definida pela sequência de eventos seguinte:

- a. Um(a) primeiro(a) jogador(a) recebe um passe registrando a proximidade da bola com relação ao(a) jogador(a) assim como um evento de impacto simultâneo tanto sobre a bola quanto sobre a bota.
- 15 b. Um(a) segundo(a) jogador(a) é detectado(a) pelo sistema de detecção de proximidade da bola (começando uma determinação de período de tempo disputado, por exemplo).
- c. O sensor de rotação montado no centro registra uma rotação de 360 graus do(a) primeiro(a) jogador(a) (ou algum outro movimento de alteração de rotação ou de direção
 20 significativo).
- d. O sistema de detecção de proximidade da bola detecta apenas o(a) primeiro(a) jogador(a) nas proximidades da bola (como, por exemplo, um afastamento do(a) segundo(a) jogador(a) mais a posse da ou proximidade com relação à bola).
- e. Um evento de drible ou passe é então registrado pelo(a) primeiro(a) jogador(a).

25 Figura 34 – “Mapa Térmico” de Posse

O uso da tecnologia de determinação de posse e/ou da proximidade do(a) jogador(a) com relação à bola descrita acima pode fornecer também informações úteis para a apresentação dos dados para exame do(a) jogador(a) ou instrutor. Por exemplo, as telas e interfaces de exibição em computador de acordo com pelo menos alguns exemplos desta
 30 invenção pode fornecer uma visualização gráfica da quantidade de tempo em que cada jogador(a) ficou perto da bola e envolvido(a) no jogo. Conforme mostrado na Figura 34, por exemplo, uma primeira região na vizinhança imediata da representação visual do(a) jogador(a) (como, por exemplo, uma foto, um avatar, etc.), que tem opcionalmente uma primeira cor ou uma primeira intensidade de cor, pode indicar a quantidade de tempo em que o(a)
 35 jogador(a) teve a posse da bola; uma segunda região que circunda a primeira região (que tem opcionalmente uma segunda cor ou uma intensidade de cor menor que a descrita acima) pode indicar a quantidade de tempo em que o(a) jogador(a) esteve próximo(a) da bola

com ou sem a posse da bola (como, por exemplo, tempo disputado, tempo de defesa, etc.); e, opcionalmente, uma terceira região que circunda as primeira e segunda regiões que indica todo o tempo de jogo ou todo o tempo em que o(a) jogador(a) especificamente identificado(a) esteve em cima do lance e no jogo. Tal apresentação de dados pode proporcionar um

5 indicador visual rápido (opcionalmente acoplado com outros dados na exibição, tais como o tempo de jogo total, porcentagens, etc.) para o(a) jogador(a) ou instrutor quanto ao envolvimento do(a) jogador(a) específico(a) no jogo.

Figura 35 – Intensidade:

Uma métrica de intensidade pode ser criada, por exemplo, usando-se um ou mais

10 dos sistemas de detecção descritos acima (como, por exemplo, detecção da proximidade do(a) jogador(a) com relação à bola, detecção da proximidade jogador(a)-jogador(a), velocidade do(a) jogador(a), passes, detenções de adversário, etc.). Como alguns exemplos mais específicos, uma métrica de intensidade pode incluir informações tais como o envolvimento em uma jogada (informações sobre proximidade da bola (número de vezes próximo(a) da

15 bola, número de vezes com a posse da bola, etc.), número de passes (inclusive passes de um toque), etc.), informações sobre proximidade do(a) jogador(a) (número de vezes próximo(a) de outro(a) jogador(a), número de detenções de adversário bem sucedidas, etc.), velocidade do(a) jogador(a) com a bola, velocidade do(a) jogador(a) longe da bola, tempo gasto perto de jogadores(as) adversários(as) que estão com a bola, marcação homem a homem, ação de cercar a bola, rastreamento para trás, etc. Estas informações podem ser

20 também exibidas em um dispositivo de exibição de computador e/ou uma interface com usuário, de qualquer maneira desejada, conforme mostrado na Figura 35.

As Figuras 36 a 45 mostram diversas feições potenciais para detecta e/ou medir diversas métricas referentes a ações de chutar de jogadores(as) de futebol, como, por exemplo, durante um jogo, uma sessão de prática, etc. As feições destes sistemas, métodos e métricas de determinação de feições de “chute” serão descritas mais detalhadamente a seguir.

25

Figura 36 - Determinações de Zonas de Chute:

Pelo menos alguns sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta inven-

30 ção serão capazes de determinar a área da bota e/ou pé que tem impacto sobre a bola durante um chute. Tais sistemas e métodos podem usar, por exemplo, um sistema de sensor reportador de vetores de impacto (tal como um acelerômetro de três eixos geométricos) na bota, combinado com mecanismos de detecção na bola que podem comunicar os tempos exatos dos impactos. O vetor de aceleração produzido pelo impacto da bota com a bola é

35 combinado com o tempo exato no qual a bola sofre o impacto. Uma vez que a bola de futebol é aproximadamente esférica, o vetor de impacto reportado pela bota será normal com relação à superfície da bota que exerceu impacto sobre a bola. Portanto, uma distribuição

de zonas de chute sobre a superfície da bota pode ser transmitida para o usuário para ajudar a informar o nível de habilidade e as áreas de desenvolvimento.

As informações sobre distribuição de zonas de chute podem ser exibidas em telas de computador e/ou interfaces com usuário de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção, conforme mostrado na Figura 36, por exemplo, onde a intensidade de cor ou área colorida corresponde ao número de chutes produzidos nessa área do sapato (como, por exemplo, 1-5 chutes em uma zona fazem a zona aparecer vermelha, 6-10 chutes em uma zona fazem a zona aparecer azul, etc.). Qualquer número de zonas pode ser exibido na tela ou um ponto para cada chute individual pode ser exibido na tela dentro do alcance desta invenção (opcionalmente com a capacidade do usuário de “perfurar fundo” para obter mais dados sobre o chute individual, tais como velocidade da bola, distância de deslocamento, resultados de chutes (como, por exemplo, passe bem sucedido, gol, inversão de jogada, saída dos limites, etc.) e semelhantes).

Como alternativa, um sistema de detecção rotacional pode ser apresentado no ou perto do centro do sapato, e este sistema de detecção pode ser usado para determinar a rotação imediata do pé que ocorre quando a bola sofre um impacto. Esta informação permitirá que os sistemas e métodos de acordo com este exemplo da invenção determinem se o impacto sobre a bola ocorre à frente ou atrás do centro do eixo geométrico de rotação do sensor, assim como o lado do pé que teve impacto sobre a bola.

Figura 37 – Distribuição de Trajetórias de Vôo da Bola

Como outra feição potencial, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção proporcionam a determinação da distribuição das trajetórias de vôo da bola. Nestes sistema e método exemplares, a saída de um acelerômetro tridimensional na bola é usada em combinação com as feições de determinação de zonas de chute descritas acima. Como um exemplo mais específico, se o vetor de aceleração da bola for conhecido (e, portanto, a direção de vôo puder ser determinada), esta informação combinada com a localização do impacto sobre a bota permite a determinação da trajetória de vôo da bola. Esta informação pode ser então introduzida em um sistema que agrega a distribuição destas trajetórias de vôo, e a informação pode ser exibida em telas de computador e/ou interfaces com usuário de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção, conforme mostrado na Figura 37, por exemplo, na qual pode ser exibida a direção de vôo em afastamento da bota de um ou mais chutes no decorrer de um jogo ou outro período de tempo. O comprimento das linhas mostradas na representação da Figura 37 pode ser correlacionado com o comprimento da trajetória de vôo da bola (opcionalmente com mais dados disponíveis para cada chute individual, se desejado, conforme descrito acima, por exemplo). Esta informação pode ser usada pelos(as) jogadores(as) e/ou seus instrutores para determinar exercícios ou sessões de treinamento

apropriadas para ajudar o(a) jogador(a) a desenvolver habilidades específicas ou aperfeiçoar seu jogo e/ou versatilidade. Conforme mostrado na Figura 37, as informações sobre trajetória de voo da bola podem ser combinadas com informações sobre zonas de chute na tela.

Como algumas alternativas, uma bússola, um giroscópio ou outro sensor rotacional pode ser adicionado ao sistema para determinar com maior precisão a trajetória de voo. 5 Rotações mais rápidas da bola podem ser consideradas como produzindo uma trajetória de voo mais curvada devida à aerodinâmica da bola. Em tais sistemas e métodos, a trajetória de voo da bola na representação da Figura 37 pode ser exibida como uma trajetória curvada, com o grau da curva exibida sendo correlacionado com a quantidade de giro e a direção 10 de giro aplicadas à bola durante o chute.

Figura 38 – Chute em Jogo Mais Longo:

Como outra métrica, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar o chute na bola mais longo por um(a) jogador(a) individual no decorrer de um jogo. Como um exemplo mais específico, os sistemas e métodos 15 de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem usar informações sobre velocidade da bola (usando tecnologia conhecida e obtível comercialmente, como, por exemplo, sistemas e métodos obtíveis da CAIROS). Além disto, estes sistemas e métodos exemplares coletarão dados usando capacidades de detecção na bola (que incluem, mas não se limitam a: sensores de pressão, acelerômetros ou giroscópios, por exemplo) 20 para determinar o primeiro impacto que ocorre depois que a bola é chutada. Dados referentes à velocidade do chute combinados com dados sobre tempo de voo são então multiplicados de modo a se obter uma métrica de “chute mais longo”. Além disto, se desejado, informações sobre vetor de direção de deslocamento da bola (de sistemas de detecção na bola, por exemplo), tais como o ângulo de elevação do chute discutido a seguir, podem ser usa- 25 das para fornecer um vetor de direção de voo da bola inicial de modo a se obterem outras informações de direção e distância. Os versados na técnica podem adicionar modificadores ao produto de velocidade do chute e tempo de voo (informações rotacionais, por exemplo) que levam em conta efeitos aerodinâmicos ou outros efeitos de voo que possam reduzir a distância de voo total.

30 Figura 39 – Ângulo de Elevação do Chute:

O ângulo de elevação do chute pode ser uma métrica importante no jogo de futebol, particularmente no que se refere a eventos de jogo, tais como chutes livres e chutes de *penalty* falta. Por exemplo, em um chute de *penalty* falta, um voo de bola que tenha um ângulo 35 de elevação alto demais combinado com alta velocidade jamais será capaz de marcar um gol (se a bola passar por cima do nível da rede, por exemplo). Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar o ângulo de elevação do chute usando um de vários métodos para determinar o vetor de gravidade (tal

como um acelerômetro, por exemplo) e em seguida combinando-o com dados de vetor de chute reportados por um sistema de detecção inercial dentro da bola de futebol. O ângulo de elevação do chute com relação à gravidade pode ser então determinado reportado pela bola a um sistema remoto (ou armazenado para transferência ou uso posterior).

5 Figura 40 – Distribuição de Tipos de Chute:

Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar também os diversos tipos de chute e a distribuição de tipos de chute para jogadores(as) individuais (e/ou para uma equipe, formação específica de jogadores ou combinação de jogadores, etc.). Tais sistemas e métodos podem incluir o uso de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (como, por exemplo, um acelerômetro, um sensor de pressão, etc.), que pode ser combinado com um sistema de detecção inercial dentro da bota para combinar no tempo os impactos, o que permite a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). A bota pode incluir também sensores que permitem a determinação da trajetória que o pé percorreu no decorrer do chute (como, por exemplo, um giroscópio, um acelerômetro, etc.). Pode ser também usado um sistema de detecção de proximidade (como, por exemplo, detecção magnética, RSSI, etc.) para permitir a determinação de quando a bola está próxima dos(as) jogadores(as) no campo. Pode ser também usado um sensor rotacional no jogador montado no centro (como, por exemplo, um sensor de bússola, um giroscópio, etc.) para entender a direção para a qual o(a) jogador(a) está voltado(a) assim como informações sobre rotação relativa, e um sistema de detecção inercial no(a) jogador(a) pode ser usado para fornecer dados adicionais. A detecção ou determinação de informações sobre distribuição de tipos de chute pode ser efetuada, por exemplo, da maneira seguinte:

25 a. Sensores inerciais no sapato detectam o impacto da planta do pé no chão e a natureza estática.

 b. Um senso rotacional montado no centro comunica sem fio a direção voltada para o centro (a um local remoto, por exemplo), ou este dado é armazenado.

 c. Sensores inerciais no pé que chuta detectam a trajetória/arco que o pé atravessa durante o chute.

30 d. A localização do impacto da bota é detectada usando-se, por exemplo, os sistemas e/ou métodos descritos acima.

 e. A taxa de giro e a velocidade da bola são então registradas e/ou transmitidas pela bola por meio de comunicação sem fio (ou estes dados são armazenados).

35 f. Todas as informações reportadas são compiladas de modo a se entender o tipo de chute total, e todos os chutes são então agregados de modo a se criar um histograma (ou dados ou informações gráficas ou tabulares semelhantes) que mostre o número de tipos de chute específicos (como, por exemplo, um chute em curva da esquerda para a direita, um

chute reto, um chute em curva da direita para a esquerda, o grau de curvatura, chutes de trajetória elevada, chutes de trajetória baixa, velocidade de chute, distância de chute, etc.).

Estes dados podem ser usados para produzir

uma representação gráfica que mostra a trajetória projetada da bola e/ou a distribuição de tipos de chute em uma tela de computador.

Como outra alternativa, se desejado, estas informações sobre distribuição de tipos de chute podem ser combinadas com os sistemas e métodos de detecção de proximidade jogador(a)-bola descritos acima para determinar quando uma bola chutada atinge um(a) companheiro(a) de equipe. Estes dados podem ser usados para produzir diversas métricas de passe, tais como uma métrica de distribuição de passes (como, por exemplo, o número de passes para diversos(as) companheiros(as) de equipe, tipos de passe para companheiros(as) de equipe, etc.).

Figura 41 – Potência na(s) Perna(s)

Os sistemas e métodos de acordo com este aspecto exemplar da invenção usam sistemas de detecção para correlacionar a velocidade da bola e/ou outras características de voo da bola com a trajetória percorrida pelo pé antes de bater na bola. Pela determinação do grau de “balanço para trás” do pé, pode-se determinar o quanto de potência o(a) atleta é capaz de pôr na bola dada um balanço para trás específico.

Como alguns exemplos mais específicos de execução desta determinação da potência na(s) perna(s), um sistema de detecção de impacto dentro da bola (como, por exemplo, um acelerômetro, um sensor de pressão, etc.) é combinado com um sistema de detecção inercial dentro da bota para combinar no tempo os impactos de modo a permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a), assim como para detectar a trajetória que o pé percorreu. Uma métrica de “potência na(s) perna(s)” pode ser determinada da maneira seguinte:

a. Um sistema de detecção inercial dentro da bota detecta a distância/grau de deslocamento na(o) qual o pé se move na direção para trás. Opcionalmente, o sistema de detecção inercial pode detectar o momento em que o pé pára durante o balanço para trás e começa a mover-se para frente e em seguida detectar a quantidade de movimento para frente à qual o pé se desloca antes de bater na bola.

b. No momento do impacto, os sensores na bola e no sapato registram simultaneamente o impacto, e essa informação é compartilhada por meio de comunicação sem fio (ou armazenada).

c. O sensor de pressão e o acelerômetro dentro da bola reportam a velocidade da bola imediatamente depois do chute. Opcionalmente, um sensor inercial dentro da bola pode registrar a velocidade.

d. A velocidade da bola e a trajetória de deslocamento do pé podem ser então corre-

lacionadas de modo a se determinar a distância que a bola percorreu antes de atingir a bola.

e.A potência da(s) perna(s) é inversamente proporcional à quantidade de distância coberta pelo pé antes de atingir a bola e é diretamente proporcional à velocidade da bola imediatamente depois do impacto. Como outra opção, a pressão de pico dentro da bola pode ser usada em vez da velocidade real da bola, uma vez que a pressão de pico será correlacionada com a velocidade da bola. Como outra opção, a magnitude de aceleração da bola imediatamente depois do chute pode ser usada em oposição à velocidade da bola uma vez que estes valores serão correlacionados entre si também.

A métrica de potência na(s) perna(a) pode

fornecer dados úteis para o(a) jogador(a) ou instrutor, como, por exemplo, para identificar jogadores(as) mais resistentes, para identificar as áreas dos indivíduos que necessitam de trabalho ou treinamento, para comparar as capacidades de uma perna e usar em comparação com a outra perna, etc.

Figura 42 – Estilo de Chute/Passe

Este aspecto exemplar da invenção proporciona um sistema de detecção que pode determinar o tipo de chute que foi executado em uma bola de futebol. Como um exemplo mais específico, este aspecto exemplar da invenção permite que o sistema diferencie entre um vôo de bola em curva alta *versus* um vôo de bola mais próximo ou ao longo do chão.

A saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (como, por exemplo, acelerômetro, sensor de pressão, etc.) é combinado com um sistema de detecção rotacional também apresentado com a bola (como, por exemplo, um sensor de bússola, um giroscópio, etc.), e um chute em curva alta pode ser diferenciado de um chute no chão (ou mais perto do chão), por exemplo, pelas etapas seguintes:

1. O sistema de detecção de impacto na bola detecta um impacto simultaneamente à detecção de um impacto pelo sistema de detecção inercial na bota, identificando-se assim que a bola foi chutada.

2. Sensores inerciais e rotacionais na bola detectam então se a bola está em vôo livre, como, por exemplo, definido pela velocidade à qual está se tornando lenta e/ou perdendo altitude. Além disto, sensores rotacionais detectam uma velocidade de rotação uniforme (ou uma velocidade de rotação relativamente uniforme) que indica que a bola está no ar.

3. Se sensores inerciais e/ou rotacionais detectam uma redução acentuada na velocidade devida ao atrito ou interação com o chão, ou uma taxa de alteração rápida de rotação da bola, estas feições podem indicar que a bola está rolando no chão.

Tipos de chute diferentes podem ser vantajosos em momentos diferentes e/ou em circunstâncias diferentes no jogo. Esta métrica pode permitir a determinação destes tipos de chute diferentes, que permite também a determinação da eficiência do(a) jogador(a) no uso deste tipos de chute diferentes (como, por exemplo, pela determinação dos tipos de chute

ou da porcentagem de tipos de chute específicos que resultaram em um passe bem sucedido para um(a) companheiro(a) de equipe ou na marcação de um gol, etc.).

Figura 43 – Potência de Chute em Velocidade

A determinação desta métrica pode usar diversos dados e métricas descritos acima neste pedido. Por exemplo, com o uso de um sistema de detecção no corpo ou no sapato (tal como um acelerômetro tridimensional ou um elemento de sensor piezelétrico) para determinar a velocidade do(a) jogador(a), assim como da tecnologia de detecção de proximidade/posse descrita acima, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar também a capacidade do(a) jogador(a) de pôr força de impacto significativa em chutar a bola enquanto corre em velocidade (uma métrica de “potência de chute em velocidade”). O(s) sensor(es) na bola e o(s) sensor(es) no corpo comunicam a sua respectiva condição, e este dado pode ser então registrado em um ou no outro dos dois dispositivos (ou transmitido para um dispositivo externo) para visualização futura. Esta métrica pode ser usada como uma métrica de habilidade para determinar quanto controle de bola o(a) jogador(a) tem enquanto em sua velocidade máxima. Como alguns exemplos mais específicos, qualquer chute dado durante um deslocamento a 75% da velocidade de corrida registrada máxima do(a) jogador(a) ou mais elevada (como, por exemplo, a velocidade de corrida máxima nesse jogo específico ou a velocidade de corrida máxima total em todos os dados coletados do(a) jogador(a)), opcionalmente durante um deslocamento a 75% da velocidade de corrida “com a bola” registrada máxima do(a) jogador(a) ou velocidade mais elevada, pode ser um candidato para determinar a métrica de potência de chute “em velocidade”, de modo que potências de chute elevadas geradas a velocidades relativamente baixas não são consideradas para inclusão nesta métrica.

Se desejado, estas informações podem ser exibidas ou visualizadas em uma página da Rede ou em um dispositivo de mão (tal como um telefone móvel) e comparadas com outras métricas reunidas pelo sistema em jogos anteriores e futuros.

Como alternativa, alguma tecnologia de detecção de velocidade da bola só tem a capacidade de determinar uma alteração relativa na velocidade. Por exemplo, se a bola já estiver se movendo a 10 m/seg e for chutada de modo que a bola acelere até 50 m/seg, as limitações desta tecnologia a forcem a reportar apenas um valor de dados de 40 m/seg. Em tal situação, a “potência de chute à métrica de velocidade” pode ser determinada usando-se um sistema de medição de velocidade no corpo (ou no sapato) para comunicar-se sem fio com o sistema de sensor na bola, que pode modificar então o valor de velocidade da bola reportado com base na velocidade do(a) jogador(a), transformando assim o valor medido de uma métrica relativa em uma métrica de velocidade da bola absoluta, que pode ser determinada como sendo a “velocidade com a bola” com o uso da tecnologia descrita acima.

Figura 44 – Precisão de Passe em Velocidade:

Este aspecto exemplar dos sistemas e métodos de acordo com a invenção mede a métrica de precisão de passe (passes bem sucedidos para companheiros(s) de equipe, por exemplo) com o acréscimo da velocidade do(a) jogador(a) que faz o passe associada a ela. Com o uso de um sistema de detecção no corpo ou no sapato (tal como um acelerômetro tridimensional ou um elemento piezelétrico) para determinar a velocidade do(a) jogador(a), assim como da tecnologia de detecção de proximidade/posse do(a) jogador(a) com relação à bola descrita acima, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem medir a capacidade do(a) jogador(a) de passar com precisão para um(a) companheiro(a) de equipe enquanto se move a velocidades de corrida mais elevadas. Seguem-se exemplos mais específicos de medição desta métrica.

Por meio de métodos de comunicação sem fio, o sensor na bola e os sensores instalados no corpo comunicam sua respectiva condição (como, por exemplo, o(a) jogador(a) executando o chute, o(a) jogador(a) recebendo a posse da bola depois do chute, a velocidade do(a) jogador(a) que executa o chute, etc.), a qual é então registrada em um ou no outro dos dois dispositivos (ou transmitida para um dispositivo externo) para visualização e exame futuros. Esta métrica pode ser usada como uma métrica de habilidade para determinar quando de controle da bola o(a) jogador(a) tem enquanto corre à ou perto da sua velocidade máxima (como, por exemplo, enquanto se desloca a 75% da velocidade de corrida registrada do(a) jogador(a) ou velocidade mais elevada (como, por exemplo, a velocidade de corrida máxima nesse jogo específico, ou a velocidade de corrida máxima total em todos os dados coletados do(a) jogador(a)), opcionalmente enquanto se desloca a 75% da velocidade de corrida “com a bola” registrada máxima do(a) jogador(a) ou velocidade mais elevada, etc.).

Se desejado, estas informações podem ser exibidas ou visualizadas em uma página da Rede ou em um dispositivo de mão (tal como um telefone móvel) e comparadas com outras métricas reunidas pelo sistema em jogos anteriores e futuros.

Figura 45 – Rebatida de Bola:

Este aspecto exemplar da invenção mede informações referentes a rebatidas de bola. Para determinar estas informações, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção usam sistemas de detecção inerciais e/ou de pressão dentro da bola para determinar a velocidade da bola. Capacidades de comunicação sem fio podem ser também apresentadas dentro da bola para transmitir as informações sobre velocidade da bola, assim como o tempo exato do impacto (alternativamente, estes dados podem ser simplesmente armazenados). Além disto, sistemas de detecção inerciais podem ser instalados como parte da bota dos(as) jogadores(as), tais como um acelerômetro, um elemento piezelétrico ou outro dispositivo. Em tais sistemas e métodos, uma rebatida de bola pode ser determinada detectando-se impactos coincidentes na bota e na bola de um(a) jogador(a), em seguida com um sinal de assinatura “no ar” do acelerômetro na bola. Se o impacto se-

guinte registrado pela bola coincidir com um impacto na bota de outro jogador(a), isto significa então uma rebatida de bola em que a bola jamais tocou o chão entre a bota do(a) jogador(a) inicial e a bota do(a) receptor(a). Em tal situação, pode-se creditar uma “rebatida de bola” ao(à) receptor(a). As rebatidas de bola são uma métrica importante porque indicam a capacidade de manter a bola em movimento de maneira rápida (o que pode ajudar a evitar defesas, particularmente quando a rebatida de bola está acoplada a um passe bem sucedido para um(a) companheiro(a) de equipe, um gol marcado ou outro evento favorável, que pode ser também detectado pelos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção).

As Figuras 46 a 50 mostram diversas feições potenciais para detectar e/ou medir diversas métricas referentes a ações envolvidas em botar a bola em jogo após uma interrupção, tal como um evento de saída da bola, etc. As feições destes sistemas, métodos e métricas de determinação de feições de “bola parada para retomada do jogo” serão descritas mais detalhadamente a seguir.

Figura 46 – Chute Livre Concedido:

Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar quando um chute livre foi concedido. O chute livre pode ser determinado com base nas tecnologias combinadas explicadas acima para determinação de posse e detenção de adversário, assim como na tecnologia descrita mais detalhadamente a seguir para determinar se existe uma bola parada para retomada do jogo. Mais especificamente, um chute livre pode ser determinado pelas etapas seguintes:

a.A posse da bola é determinada a concedida a um primeiro(a) jogador(a).

b.Um(a) segundo(a) jogador(a) entra na área do(a) primeiro(a) jogador(a) com a posse da bola (como, por exemplo, conforme determinado por uma tentativa de detenção de adversário, tempo disputado, proximidade jogador(a)-bola, proximidade jogador(a)-jogador(a), etc.). Esta feição pode ser também determinada, por exemplo, com base na proximidade pessoa-pessoa e no momento em que duas pessoas se tocam (conforme indicado por sensores de impacto instalados nos corpos dos(as) jogadores(as)).

c.A bola detecta uma jogada de “bola parada para retomada do jogo”, conforme será descrito mais detalhadamente a seguir com referência à Figura 48.

A métrica de “chute livre” concedido pode ser uma medida útil da eficiência de um(a) jogador(a) defensivo(a) ou outras informações.

47 – Chute Livre *versus* Chute de *Penalty*:

São descritos acima sistemas e métodos para determinar distancia de voo aproximada da bola. Além disto, são descritos mais detalhadamente a seguir sistemas e métodos para determinar quando a bola foi agarrada pelo(a) goleiro(a). Estas feições serão úteis para se distinguir automaticamente um chute livre de um chute de *penalty* pelos sistemas e mé-

todos de acordo com os exemplos desta invenção.

Um chute de *penalty* é sempre dado do mesmo ponto no campo, ao passo que um chute livre não o é. Com o uso de um acelerômetro e/ou uma combinação de sensor de pressão e acelerômetro, pode-se calcular a velocidade da bola. Este aspecto exemplar da invenção usa informações de tempo do chute até o primeiro impacto nas proximidades do(a) goleiro(a), combinadas com conhecimento de bola parada para retomada do jogo (conforme descrito mais detalhadamente a seguir) para determinar se o chute foi um chute de *penalty* com o uso da distância da bola. Por exemplo, se depois de uma determinação de bola parada para retomada do jogo a bola for chutada e chegar às proximidades do(a) goleiro(a) (ou ficar em contato com o(a) goleiro(a)) dentro de um determinado quadro de tempo (dependendo da velocidade da bola, por exemplo), pode-se determinar então que o chute foi um chute de *penalty*. Se não for detectada proximidade com o(a) goleiro(a) depois de uma determinação de bola parada para retomada do jogo, ou se não for detectada proximidade com o(a) goleiro(a) dentro de um tempo predeterminado (dependendo da velocidade da bola, por exemplo), pode-se determinar então que ocorreu um chute livre.

Como uma feição adicional ou uma feição alternativa, com o uso de um sistema de detecção de posse ou proximidade conforme descrito acima, podem ser diferenciados os dois tipos de chute. Por exemplo, um chute de *penalty*, por definição, não terá outros(as) jogadores(as) (ofensivos ou defensivos) a uma distância muito específica da bola (determinada pela tamanho da caixa de *penalty*). Durante o vôo da bola, um sistema de detecção de proximidade (conforme descrito acima) pode determinar se a bola passou perto de quaisquer outros(a) jogadores(as) em seu trajeto até o gol. Um chute livre terá sempre jogadores(as) defensivos(as) entre a bola e o gol e, portanto, uma jogada a gol registrará tipicamente pelo menos uma curta proximidade com relação a um(a) jogador(a) defensivo(a) (no mínimo) antes de atingir o(a) goleiro(a). Como ainda outro exemplo, a detecção da proximidade jogador(a)-jogador(a) pode indicar dois(duas) ou mais jogadores(as) em uma equipe bem próximos(a) entre si (quando em uma posição de barreira, conforme mostrado na Figura 47, por exemplo), o que pode ser também usado como uma indicação de que ocorreu um chute livre.

Figura 48 – Jogada de Bola Parada para Retomada do Jogo:

A expressão “Bola parada para retomada do jogo”, conforme usada no contexto deste relatório, refere-se à bola de futebol que é colocada no chão para um chute de *penalty* ou chute livre seguinte. É uma métrica importante para o jogador conhecer e distinguir “chutes de bola parada”, uma vez que estes tendem a ser jogadas a gol mais difíceis durante o jogo de futebol.

Com o uso de um acelerômetro ou outro sistema de detecção inercial montado na bola, pode-se determinar quando a bola não está em movimento (ou quando seu movimento

é lento ou mínimo). Alguns exemplos mais específicos incluem, mas não estão limitados a: um acelerômetro tridimensional na bola, um acelerômetro tridimensional combinado com um giroscópio, um acelerômetro na bola combinado com um sensor de bússola, a velocidade de movimento da bola e/ou falta de rotação que corresponde a um(a) jogador(a) na velocidade de proximidade, etc. Uma ou mais destas saídas de sensor podem ser utilizadas para mostrar que a bola foi conduzida e colocada, seguindo-se a ausência de movimento da bola, e seguindo-se imediatamente então um chute (que corresponde ao pico de impacto da bola sobre o movimento/pressão da bola). Embora este chute possa ser um chute de escanteio, um chute de *penalty* ou um chute livre, o tipo de chute pode ser determinado, pelo menos em alguns casos, pelo que acontece em seguida, como, por exemplo, pela proximidade de quem ele passe, pela pessoa com quem se faz contato em seguida, pela temporização entre o chute e a proximidade seguinte, etc., conforme descrito acima.

Figura 49 – Defesa de Bola Parada para Retomada do Jogo

Este aspecto exemplar dos sistemas e métodos de acordo com esta invenção determina quando um chute depois de uma bola parada para retomada do jogo (determinado conforme descrito acima, por exemplo) resultou em uma defesa do(a) goleiro(a). Conforme observado acima, a expressão “bola parada para retomada do jogo” refere-se à bola que é colocada no chão para um chute de *penalty* ou chute livre seguinte e pode ser determinada conforme descrito acima.

Como exemplo mais específico, um evento de bola parada para retomada do jogo pode ser determinado pelos sistemas e métodos de acordo com este aspecto exemplar da invenção da maneira descrita acima com referência à Figura 48. Uma vez determinado um evento de bola parada para retomada do jogo, e quando o evento de bola parada para retomada do jogo tiver incluído a proximidade com relação ao(a) goleiro(a), um lançamento, passe ou chute de primeira iniciado pelo(a) goleiro(a) pode ser detectado (conforme descrito acima e/ou mais detalhadamente a seguir, por exemplo) e usado como uma indicação de que o(a) goleiro(a) defendeu com sucesso o chute resultante do evento de bola parada (por um evento de defesa do(a) goleiro(a), por exemplo). Serão descritas mais detalhadamente a seguir diversas feições de determinações de defesa do(a) goleiro(a).

Figura 50 – Chute de Bola Parada – a Gol ou Não:

São descritos acima sistemas e métodos exemplares para determinar um evento de bola parada para retomada do jogo. Este aspecto exemplar dos sistemas e métodos de acordo com a invenção usa o método de detecção de bola parada definido anteriormente e acrescenta sistemas e métodos de detecção de proximidade/posse (como, por exemplo, detecção magnética, RADAR, etc.), como os descritos acima, para determinar se um chute de bola parada foi “a gol” ou não. Como exemplo mais específico, quando um evento de bola parada tiver sido determinado, imediatamente seguido de um chute, que é então segui-

do da proximidade da bola com relação ao(à) goleiro(a), se o evento seguinte for um chute ou um chute de primeira do(a) goleiro(a), pode ser então determinado um evento de defesa de bola parada.

5 As Figuras 51 a 55 mostram diversas feições potenciais para detectar e/ou medir diversas métricas referentes ao movimento do(a) jogador(a), como, por exemplo, durante um jogo, uma sessão de prática, uma sessão de treinamento, etc. Serão descritas mais detalhadamente a seguir as feições destes sistemas, métodos e métricas.

Figura 51 – Direção de Movimento Baseada no Ângulo do Corpo:

10 Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção fornecerão informações referentes à direção de movimento do(a) jogador(a), que pode ser baseada, pelo menos em parte, no ângulo do corpo do(a) jogador(a) durante o movimento. Esta determinação pode ser feita, em pelo menos alguns sistemas e métodos exemplares de acordo com esta invenção, com o uso de um acelerômetro “no corpo” para detectar o ângulo da parte superior do corpo e traduzir esta informação em uma métrica de direção.

15 Quando se acelera ou se move em qualquer direção (para frente, para trás, para o lado, etc.), por exemplo, a parte superior do corpo tende a inclinar-se na direção de aceleração. Quando se acelera na direção para frente, por exemplo, o corpo inclina-se para frente. Este ângulo e a inclinação ajudam a mover o corpo para frente, seguido pelas pernas. Geralmente, quanto maior a aceleração, maior o ângulo de inclinação. Esta mesma feição funciona

20 também para passos para trás e passos para o lado.

Por conseguinte, pela medição da inclinação do corpo, podem ser determinadas informações referentes à direção de movimento do(a) jogador(a) (e opcionalmente à intensidade deste movimento. Esta métrica pode ser útil para determinar a capacidade do(a) jogador(a) (como, por exemplo, se um(a) jogador(a) ofensivo gasta tempo demais pedalando para trás ou dando passos para o lado, etc.) e/ou verificar áreas para treinamento e aperfeiçoamento de jogo.

25

Figura 52 - “Virada para Dentro” do(a) Jogador(a)

Este aspecto exemplar da invenção usa um sistema de detecção no(a) jogador(a) que determina a velocidade do(a) jogador(a), tal como um sistema de detecção inercial, um

30 sistema de pedômetro baseado no tempo de contato, etc., e um sensor rotacional montado no(a) jogador(a), tal como um giroscópio, um sensor de bússola, etc., para determinar o grau de rotação do corpo. Uma “virada para dentro” do(a) jogador(a) pode ser definida como a quantidade de velocidade perdida pelo(a) jogador(a) durante mudanças de direção rápidas. Esta métrica pode ser valiosa no jogo de futebol como medida da “rapidez” ou “agilidade” do(a) jogador(a). A aquisição da métrica de “virada para dentro” pode simplesmente exigir a medição do sistema de detecção de velocidade antes e depois de uma rotação medida

35 do sistema de detecção rotacional. Como exemplo mais específico, a métrica de desempe-

5 nho pode ser calculada subtraindo-se a velocidade do(a) jogador(a) antes da mudança de direção a partir da velocidade pós-rotação. Informações referentes a esta métrica podem ser então exibidas ou visualizadas em uma página da Rede ou em um dispositivo de mão (tal como um telefone móvel) e comparadas com outras métricas reunidas pelo sistema em jogos anteriores e futuros. Além do mais, as informações referentes a esta métrica podem ser usadas para desenvolver programas de treinamento com o fim de aperfeiçoar a rapidez/agilidade do(a) jogador(a).

Figura 53 - “Virada para Dentro” do(a) Jogador com a Bola:

10 Este aspecto exemplar da invenção é semelhante à determinação de “virada para dentro” conforme descrita acima, mas inclui adicionalmente a métrica de que o(a) jogador(a) está de posse da e/ou próximo(a) da (e opcionalmente mantém a posse da e/ou a proximidade com relação à) bola. Em outras palavras, para quaisquer eventos de virada para dentro medidos, conforme descrito acima, pode ser desenvolvida outra métrica para eventos de virada para dentro que ocorrem para o(a) jogador(a) enquanto o(a) jogador(a) está de posse
15 ou próximo(a) da bola. Esta métrica pode ser valiosa com relação ao jogo de futebol como uma medida da “rapidez” ou “agilidade” do(a) jogador(a) enquanto maneja a bola ou enquanto defende a bola. As informações referentes a esta métrica podem ser então exibidas ou visualizadas em uma página da Rede ou em um dispositivo de mão (tal como um telefone móvel) e comparadas com outras métricas reunidas no sistema em jogos anteriores e
20 futuros. Além do mais, as informações referentes a esta métrica podem ser usadas para desenvolver programas de treinamento para aperfeiçoamento da rapidez/agilidade do(a) jogador(a) enquanto maneja a bola.

Figura 54 – Relatórios Contextuais Baseados no Sensor no Sapato:

25 Os sistemas e métodos de monitoramento de desempenho de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção incluem um sistema de detecção no sapato para medir informações sobre velocidade e/ou distância (sensor de velocidade e/ou distância do tipo de pedômetro, por exemplo). Este sensor pode também gerar informações contextuais sobre a parte específica do esporte na qual o(a) atleta está, como, por exemplo, quais tipos de atividades ele ou ela está executando, e esta informações contextuais podem ser usadas
30 por outras partes dos sistemas e métodos de monitoramento de desempenho atlético (como, por exemplo, sensores no corpo, etc.) para alterar os modelos e/ou algoritmos cinemáticos usados para determinar a velocidade de corrida e/ou distância de deslocamento do(a) jogador(a).

35 A saída dos sensores baseados no sapato (como, por exemplo, acelerômetro, sensores de força, etc.) pode incluir uma aparência de “assinatura” que é correlacionada com o tipo de atividade que é executado pelo(a) atleta. Por exemplo, a saída do acelerômetro baseado no sapato (a conformação do sinal, por exemplo) pode diferir dependendo de o(a)

atleta estar se movendo para frente, para trás, para o lado, derrubando o adversário, passando a bola, andando, driblando, correndo a toda velocidade, correndo devagar, pulando, saltando, esgueirando-se, esgueirando-se para o lado, etc. Pela determinação automática do tipo de ação na qual o(a) atleta está envolvido(a) (com o uso da saída do sensor baseado no sapato), algoritmos mais especializados para determinar o desempenho do(a) jogador(a) podem ser chamados para permitir uma determinação mais precisa dos parâmetros envolvidos no desempenho do(a) jogador(a). Algoritmos diferentes podem ser também aplicados em outras circunstâncias diferentes. Por exemplo, algoritmos de determinação de velocidade e/ou distância diferentes podem ser aplicados dependendo de o(a) jogador(a) estar com a bola ou longe da bola.

Como exemplo mais específico, uma vez que formas de onda de sensor no sapato diferentes podem estar envolvidas na corrida para frente ou para trás (como, por exemplo, tempos de bola em curva alta diferentes, perfis de pressão diferentes, etc.), os sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção podem determinar automaticamente se o(a) atleta está se movendo para frente ou para trás com base nas características da saída do sensor. Uma vez que o tamanho do passo pode também diferir quando se move para frente em comparação com o movimento para trás, algoritmos diferentes para verificar informações sobre velocidade e distância podem ser necessários para gerar dados de velocidade e distância, dependendo de o movimento ser para frente ou para trás. Por conseguinte, este aspecto da invenção proporciona uma determinação mais precisa da velocidade e/ou distância baseada na maneira determinada pela qual o(a) atleta está se movendo.

Além do mais, métricas que envolvam o tipo de movimento ou outras ações executadas pelo(a) atleta podem ser úteis para o(a) jogador(a) ou instrutor, como, por exemplo, para indicar se um(a) jogador(a) ofensivo(a) gasta tempo demais pedalando para trás ou dando passos para o lado, para medir os esforços e a intensidade do(a) jogador(a), etc.

Figura 55 – Tempo Gasto sobre os Artelhos:

Nos esportes e desempenhos atléticos, é frequentemente importante que o(a) atleta se equilibre sobre seus próprios artelhos. O equilíbrio sobre os artelhos permite geralmente reações mais rápidas e/ou indica que o(a) atleta está tendo um desempenho mais intenso (enquanto corre a toda velocidade, por exemplo, o(a) atleta gasta mais tempo equilibrando-se sobre os artelhos do que quando caminha ou anda). Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir um sistema de detecção no sapato que determina o ângulo do pé de modo a permitirem a determinação da quantidade de tempo que o(a) atleta gasta sobre seus artelhos. Um exemplo mais específico de hardware para efetuar esta medição pode incluir um acelerômetro que compara o vetor de gravidade com a orientação do sensor dentro do sapato. Como outro exemplo, o sapato pode incluir um sistema de detecção rotacional, tal como um giroscópio. O sapato pode contar

também um sistema de medição como o descrito mais detalhadamente a seguir com referência à Figura 91. As informações determinadas podem ser transmitidas sem fio para outro sistema para processamento e/ou armazenamento. A métrica finalmente determinada pode incluir, por exemplo, a quantidade de tempo total sobre os artelhos, a porcentagem de tempo gasta sobre os artelhos, a porcentagem de tempo de movimento (ou corrida) real gasto sobre os artelhos, etc.

As Figuras 56 a 65 mostram diversas feições potenciais para detectar e/ou medir diversas métricas referentes à ação de jogar o jogo de futebol, que podem ser usadas e avaliadas durante um jogo, uma sessão de prática, uma sessão de treinamento, etc. As feições destes sistemas, métodos e métricas serão descritas mais detalhadamente a seguir.

Figura 56 – Postura do(a) Jogador(a):

A “postura do(a) jogador(a)” é a determinação da direção de movimento da bola na medida em que se relaciona com a direção voltada para o centro do(a) jogador(a). Com o uso desta informação, pode-se determinar se o(a) jogador(a) está em uma postura defensiva, em uma postura agressiva ou de ataque, etc. O hardware usado para determinar esta métrica, em pelo menos alguns sistemas e métodos exemplares de acordo com esta invenção, inclui: um sistema de detecção direcional dentro da bola (tal como um sensor de bússola, uma combinação de acelerômetro/giroscópio, etc.) para fornecer a direção de movimento da bola; e um sensor montado no corpo de arquitetura semelhante (sensor de bússola, acelerômetro/giroscópio, etc.) para fornecer a direção voltada para o(a) jogador(a). As etapas exemplares seguintes podem ser usadas para determinar uma métrica de “postura do(a) jogador(a)”:

1. Com o uso de sensores inerciais na bola, é determinada a direção na qual a bola está se movendo (rolando ou em vôo).

2. Com o uso de um sensor montado no centro (tal como um giroscópio, uma bússola, etc.) é determinada a direção para a qual está voltado o centro do corpo.

3. A combinação destas duas informações permite a determinação do movimento da bola com relação à direção voltada para o centro, para ajudar a entender contextualmente o que está acontecendo entre o(a) jogador(a) e a bola.

Além disso ou alternativamente, sensores no centro entre jogadores(as) em oposição podem ser usados separadamente (ou adicionados aos componentes acima) para determinar as relações de jogador(a) com jogador(a) e, portanto, enriquecer o conjunto de dados de modo a se obter mais confiança na postura. Por exemplo, a direção de movimento (e/ou a direção para a qual se volta) do(a) jogador(a) com a posse da bola pode ser comparada com a direção de movimento (e/ou a direção para a qual se volta) do(a) jogador(a) defensivo(a) de modo a se obterem informações adicionais referentes a esta métrica de “postura do(a) jogador(a)”.

Figura 57 – Posição de Oposição Homem a Homem:

A determinação de qual jogador(a) adversário(a) um(a) jogador(a) específico estava marcando pode ser uma informação útil na determinação das métricas de desempenho do(a) jogador(a). Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção usam os métodos de determinação de proximidade descritos acima, mas esta tecnologia será usada em cada jogador(a) individual de modo a fornecer dados e informações sobre proximidade jogador(a)-jogador(a).

Como alternativa, se desejado, uma tecnologia de funcionamento em rede não hierárquica pode ser usada para determinar e rastrear a proximidade entre jogadores(as) (assim como entre outros elementos dentro dos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção). Quando dois(duas) jogadores(as) estão próximos(as) o bastante para estabelecerem um canal de comunicação não hierárquico (como, por exemplo, entre os dispositivos que eles(as) estão portando, tais como sensores montados no sapato, sensores montados no centro do corpo, etc.), isto pode ser estabelecido como um evento de proximidade. Pelo rastreamento e sincronização de tais eventos de proximidade, os sistemas e métodos de acordo com estes exemplos da invenção saberão com quais nós da rede (quais outros(as) jogadores(as), por exemplo) um(a) dado(a) jogador(a) esteve na faixa de comunicação durante a maior parte do jogo. À medida que os(as) jogadores(as) se afastam mais uns(umas) dos(as) outros(as), eles(as) podem sair da faixa (e assim romper o canal de comunicação não hierárquico). Outras maneiras de determinar a distância jogador(a)-jogador(a) podem ser usadas dentro do alcance desta invenção. Se desejado, um “mapa térmico” ou outra representação gráfica pode ser fornecida para indicar os(as) jogadores(as) de equipe adversária com os(as) quais qualquer dado(a) jogador(a) permaneceu a maior parte do tempo no decorrer do jogo, e isto permitirá a determinação do(a) jogador(a) que está sendo marcado(a) durante o jogo.

Como outra alternativa, alguns módulos de RF têm RSSIs (“indicadores de intensidade de sinais de rádio”). A tecnologia RSSI pode ser usada em cada jogador(a) para se determinar o(a) jogador(a) que estava mais próximo(a) de outro(a) jogador(a) na maior parte do jogo.

A métrica de Jogador(a) Adversário(a) pode ser útil, por exemplo, para determinar o desempenho relativo de um(a) jogador(a) defensivo(a) com relação ao(à) jogador(a) ou jogadores(as) que ele(a) estava marcando (como, por exemplo, eficiência de marcação de gol, passes bem sucedidos, interceptações bem sucedidas, etc.).

Figura 58 – Atraindo Oposição

A capacidade de detecção de Posição de Oposição Homem a Homem descrita acima pode ser combinada com outras métricas para obtenção de dados e informações interessantes adicionais referentes a futebol (ou outros esportes). Por exemplo, a capacidade

de detecção de Posição de Oposição Homem a Homem e a detecção de proximidade jogador(a)-jogador(a) e a determinação da velocidade do(a) jogador(a) (os sensores inerciais na bola descritos acima, por exemplo) podem ser combinada para obtenção de uma métrica referente à capacidade do(a) jogador(a) de atrair a oposição. Com o uso de um sistema de

5 detecção inercial, corridas de velocidade ou irrupções de velocidade podem ser medidas e combinadas com a proximidade jogador(a)-jogador(a) de modo a se determinar se o(a) jogador(a) está atraindo oposição. Seguem-se sistemas e métodos exemplares de acordo com este aspecto da invenção.

Em primeiro lugar, os sistemas e métodos de detecção descritos acima podem de-

10 terminar quando dois(duas) jogadores(as) estão próximos(as) um(a) do(a) outro(a). Se um(a) jogador(a) se afastar correndo a toda velocidade e o sistema de detecção de proximidade não mostra jogadores(as) próximos(as) dele(a) e logo depois um(a) jogador(a) adversário(a) é detectado(a) novamente por um sensor de proximidade, isto sugere que o(a) jogador(a) inicial (o(a) que se afastou inicialmente correndo a toda velocidade) atraiu os(as)

15 jogadores(as) adversários(as) para ele(a). Determinações de posse de bola podem ser também usadas em tais sistemas e métodos (para determinar a capacidade do(a) jogador(a) de atrair o(a) adversário(a) mesmo sem a bola).

Além disso, se desejado, podem ser criadas métricas de habilidade com base na quantidade de tempo que o(a) jogador(a) gasta nas proximidades do(a) jogador(a) adversário(a). Se o(a) jogador(a) pretender estar em uma posição ofensiva (de ataque), quanto mais

20 tempo gasto longe do(a) jogador(a) adversário(a) melhor. Por outro lado, um(a) jogador(a) defensivo(a) pode ser considerado(a) melhor quanto mais tempo ele/ela gastar próximo(a) do(a) adversário(a).

Figura 59 – Velocidade de Desprendimento:

25 As capacidades de detecção de Posição de Oposição Homem a Homem descritas acima abrem a porta ainda à determinação de informações e métricas adicionais. Como outro exemplo mais específico, um sistema de detecção inercial pode ser colocado no centro ou nas botas dos(as) atletas e pode-se fazer uma comparação entre as acelerações relativas de cada jogador(a) ao mesmo tempo. Tal sistema pode ser usado para determinar uma

30 métrica de “velocidade de desprendimento”.

Um sistema e um método exemplares de acordo com esta invenção para determinar a velocidade de desprendimento compreendem um sistema de detecção de velocidade e combinam esta informação com um sistema de comunicação sem fio para determinar acelerações coincidentes de dois(duas) jogadores(as). As velocidades relativas dos(as)

35 dois(duas) jogadores(as) podem ser determinadas (opcionalmente acopladas com informações direcionais), e estas informações podem ser então usadas para produzir uma métrica de desempenho, que determina, por exemplo, se o(a) jogador(a) foi mais rápido(a) que o(a)

jogador(a) que o(a) marca (como, por exemplo, você foi mais rápido(a) que o(a) jogador(a) que estava marcando-o(a)?, etc.).

Figura 60 – Passe Bem Sucedido:

5 A conclusão de um passe bem sucedido é incrivelmente importante no jogo de futebol (e em outros esportes). A seguir são descritos um sistema e um método exemplares para determinar quando ocorreu um evento de passe bem sucedido (um “passe bem sucedido” significa um passe de um(a) companheiro(a) de equipe para outro(a)).

10 Nestes sistema e método exemplares, a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (acelerômetro, sensor de pressão, etc.) é combinada no tempo com a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bota para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). Um sistema de detecção de proximidade da bola é também usado (detecção magnética, RSSI, etc.) para permitir a determinação de quando a bola está próxima de um(a) jogador(a). Um passe bem sucedido é determinado pelos sistemas e métodos de acordo com este exemplo da inven-

15 ção nas etapas seguintes:

a.A posse da bola por um(a) jogador(a) específico(a) é determinada, por exemplo, conforme descrito acima.

b.Os impactos de chute são registrados tanto no sensor no sapato quanto no sensor na bola.

20 c.A bola sai das proximidades do(a) jogador(a) que a chutou.

d.A bola entra nas proximidades de um(a) companheiro(s) de equipe, conforme determinado pelo sistema de detecção de proximidade.

e.Os impactos são medidos simultaneamente pela bota do(a) companheiro(a) de equipe e pela bola, e um passe bem sucedido é registrado.

25 A determinação do número de passes bem sucedidos e a do número de passes mal sucedidos são métricas úteis para avaliar o desempenho do(a) jogador(a).

Figura 61 – Passar e Avançar

A jogada de “passar e avançar” é comum no jogo de futebol. A seguir são descritos um sistema, um método e uma lógica de detecção exemplares que podem ser usados para interpretar os diversos sinais de sensor para determinar quando ocorreu um evento de “passar e avançar”.

30

A saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (acelerômetro, sensor de pressão, etc.) é combinada no tempo com a saída de um sistema de detecção de impacto dentro do pé para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). Um sistema de detecção de proximidade da bola (detecção magnética, RSSI, etc.) é também usado para permitir a determinação de quando está próxima do(a) jogador(a). Um evento de passar e avançar pode ser determinado da maneira

35

seguinte:

a. Em primeiro lugar, é determinada a posse da bola pelo(a) Jogador(a) conforme descrito acima, por exemplo.

b. Um chute do(a) Jogador(a) A é registrado no sensor no sapato do(a) Jogador(a) A e no sensor na bola.

c. A bola sai das proximidade do(a) Jogador(a) A.

d. A bola entra nas proximidades de um(a) companheiro(a) de equipe, o(a) Jogador(a) B, conforme determinado pelo sistema de detecção de proximidade da bola.

e. Os impactos são medidos simultaneamente pela bota do(a) Jogador(a) B e pela bola (isto é, um passe bem sucedido é registrado).

f. A bola deixa as proximidades do(a) Jogador(a) B (por um chute do(a) Jogador(a) B, por exemplo).

G. A bola entra nas proximidades do Jogador(a) A e entra em contato com a bota do(a) Jogador(a) (outro passe bem sucedido).

Opcionalmente, um evento de passar e avançar pode exigir passes bem-sucedidos do(a) Companheiro(a) de Equipe A para o(a) Companheiro(a) de Equipe B e de volta para o(a) Companheiro(a) de Equipe A dentro de um quadro de tempo predeterminado (em menos de 5 segundos, por exemplo). A determinação deste evento pode também exigir que a bola passe nas proximidades, mas não para a posse, de um(a) jogador(a) da equipe adversária (como, por exemplo, um evento de “Bola/Passe Atravessadora(o)”, conforme descrito a seguir. Eventos de “passar e avançar” bem sucedidos ajudam a fornecer uma medida da excelência com que grupos de jogadores(as) trabalham e movem a bola em cima do lance.

Figura 62 – Bola/Passe Atravessadora(o):

Outra métrica interessante que pode ser medida pelos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção refere-se à determinação de um evento de “bola atravessadora” ou “passe atravessador”. Uma “bola atravessadora” ou “passe atravessador”, conforme aqui usado neste contexto, significa que a bola é passada com sucesso de um(a) companheiro(a) de equipe para outro(a) e, no decorrer do passe, a bola passa nas proximidades de um(a) jogador(a) adversário(a). Em alguns exemplos de tais sistemas e métodos, a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (acelerômetro, sensor de pressão, etc.) é combinada no tempo com a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bota para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). Um sistema de detecção de proximidade (detecção magnética, RSSI, etc.) é também usado para permitir a determinação de quando a bola está próxima dos(as) jogadores(as) no campo. Em seguida, um evento de “bola atravessadora” ou “passe atravessador” é determinado pelas etapas seguintes:

a. É determinado que um(a) jogador da equipe “A” tem a posse da bola.

b.Os impactos são registrados tanto no sensor no sapato quanto no sensor na bola simultaneamente, registrando-se um chute de um(a) jogador(a) da equipe A.

c.A bola deixa as proximidades do(a) jogador(a) que a chutou.

5 d.É determinado que a bola passou pelas proximidades de um(a) ou mais jogadores(a) da equipe adversária.

e.A bola entra nas proximidades de um(a) companheiro(a) de equipe do(a) jogador(a) que chutou a bola inicialmente (equipe "A"), opcionalmente um(a) jogador(a) que estava correndo para frente na direção da bola.

10 f.O sensor na bola e o sensor no sapato do(a) companheiro(a) que recebeu o chute registram simultaneamente o impacto e opcionalmente a proximidade continuada do(a) companheiro(a) de equipe (começando um evento de posse da bola pelo(a) jogador(a) receptor(a)).

15 Opcionalmente, se desejado, a bola deve passar nas proximidades de um(a) ou mais jogadores(as) da equipe adversária sem que a equipe adversária entre em contato com a e/ou tome passe da bola. Esta métrica pode ser útil para avaliar o desempenho de jogadores(as) e suas habilidades de executar passes em um ambiente de marcação mais cerrada.

Figura 63 – Distribuição de Passes:

20 As informações sobre distribuição de passes podem ser também uma métrica interessante e/ou importante para consideração e avaliação por jogadores(as) de futebol. Como alguns exemplos mais específicos, a determinação da direção do passe (como, por exemplo, avançar a bola, atrasar a bola, etc.) pode ser útil na avaliação do desempenho do(a) jogador(a).

25 A saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (acelerômetro, sensor de pressão, etc.) pode ser combinada no tempo com a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bota para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) específico(a). Além disto, um mecanismo de detecção rotacional (tal como um sensor magnético, giroscópio, etc.) dentro da bola pode ser usado para permitir a determinação da direção absoluta de movimento da bola. Uma métrica de distribuição de passes pode ser determinada por meio das etapas seguintes:

a. É determinada a direção de jogo conforme aqui descrito, por exemplo.

b. A posse é determinada, por exemplo, com o uso de técnicas como as descritas acima.

35 c. Impactos simultâneos na bola e na bota são registrados e comunicados sem fio (ou armazenados) para indicar que a bola foi chutada por um(a) jogador(a) específico(a).

d. Sensores inerciais dentro da bola são então usados para determinar a direção relativa de vôo da bola.

e. Sensores rotacionais registram então a orientação absoluta da bola em consequência do chute.

f. As duas informações das etapas d e e podem ser usadas para determinar a direção relativa do vôo da bola com relação à direção de jogo determinada na etapa a.

5 Estas informações podem ser então comparadas e avaliadas de modo a se determinar se o chute estava avançando sobre o adversário ou recuando, enviado à direita ou esquerda do(a) jogador(a), etc.

g. A etapa final é uma determinação de posse concedida a um(a) companheiro(a) de equipe, de modo a chamá-la de passe completo e bem sucedido.

10 As etapas acima constituem uma determinação de passe bem sucedido entre companheiros(as) de equipe. Se, na etapa g, for detectado que a posse da bola está com a equipe adversária, isto é também uma informação útil. A direção de todos os passes feitos por um(a) jogador(a) ao longo de todo o jogo pode ser agregada de modo a se determinar o sucesso/fracasso do passe na tentativa de avançar/recuar a bola, assim como a quantidade
15 de tempo em que o(a) jogador(a) move a bola para frente ou recua a bola no decorrer de m jogo.

Finalmente, se desejado, um sensor direcional montado no centro do corpo (como, por exemplo, bússola, etc.) pode ser usado para determinar quais mudanças de direção de movimento/para a qual o(a) jogador(a) se volta ocorrem em consequência do recebimento
20 do passe pelo(a) jogador(a). É possível, portanto, usar esta tecnologia para ajudar a fornecer métricas de desempenho, tais como a frequência com que o(a) companheiro(a) de equipe alcançou a bola, a espera pela bola ou se o passe foi dado com perfeição na frente do(a) jogador(a).

Figura 64 – Fora do Campo:

25 Para que um sistema e método de monitoramento de desempenho atlético entendam uma jogada de um jogo de futebol, o sistema e o método devem levar em conta a posse, os chutes e outras ações que ocorrem quando a bola está fora de jogo. Segue-se um exemplo de um sistema e um método que podem ser usados para determinar quando a bola foi para fora do campo.

30 A saída produzida por um sistema de detecção de impacto dentro da bola (como, por exemplo, acelerômetro, sensor de pressão, etc.) é combinada no tempo com a saída produzida por um sistema de detecção inercial dentro a bota para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogador(a) e, opcionalmente, para permitir a determinação da trajetória que o pé percorreu. Um sistema de detecção de proximidade
35 (como, por exemplo, detecção magnética, RSSI, etc.) pode ser também usado para permitir a determinação de quando a bola está próxima de jogadores(as) no campo. Um processo exemplar que pode ser usado para determinar quando a bola saiu do campo é o seguinte:

1. A posse da bola por um(a) jogador(a) individual é determinada com o uso da tecnologia/procedimentos descritos acima.

2. Opcional: a bola detecta um chute pelo impulso simultâneo sobre os sistemas de detecção inerciais dentro da bota e sobre os sistemas de detecção de pressão/aceleração na bola.

3. Opcional: é detectado que a bola está dentro do raio de proximidade de um(a) jogador(a) adversário(a).

4. Sensores inerciais na bola detectam quando a bola foi apanhada (como, por exemplo, identificando-se os sinais de baixa frequência comparados com impactos no pé/chão; identificando-se ausência de movimento, movimento lento ou movimentos de giro baixo durante uma jogada prolongada; identificando-se a velocidade de movimento correspondente à velocidade do(a) jogador(a) nas proximidade da bola (isto é, a retenção da bola pelo(a) jogador(a)); etc.).

5. A bola detecta uma jogada de lançamento ou de bola parada para retomada de jogo usando os métodos descritos anteriormente.

Uma vez detectado este tipo de situação “fora do campo”, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem ajustar as diversas métricas determinadas, tais como o tempo de posse (como, por exemplo, pela dedução, a partir do tempo de posse determinado para um(a) jogador(a) individual ou equipe, da duração de tempo entre o evento de lançamento ou de bola parada e o chute anterior (que induziu o evento para fora do campo), etc.) Outras métricas podem ser também ajustadas com base em determinações de “bola fora de campo” dentro do alcance desta invenção.

Figura 65 – Bola Fora do Campo Intencional:

em um subconjunto específico de situações de “bola fora do campo” normais, conforme descrito acima, os sistemas e métodos de detecção de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem diferenciar situações em que a bola foi chutada intencionalmente de situações em que outro(a) jogador(a) manda a bola para fora, que resultam na manutenção da posse. O mesmo equipamento pode ser usado conforme descrito acima com referência à Figura 64, mas, além disso, a proximidade entre a bola e outro(a) jogador(a) e/ou o impacto da bola com outro(a) jogador(a) podem ser também detectados e são relevantes para a situação de “bola fora de campo intencional”. O processo exemplar seguinte pode ser usado para detectar uma situação de bola fora de campo intencional:

1. A posse da bola por um(a) jogador(a) individual é determinada com o uso da tecnologia/procedimentos descritos acima.

2. A bola detecta um chute pelo impulso simultâneo sobre os sistemas de detecção inerciais dentro da bota e sobre os sistemas de detecção de pressão/aceleração na bola.

3. A bola detecta então outro impacto que não coincide com o impacto na bota para

qualquer outro(a) jogador(a) em cima do lance (opcionalmente, pode-se detectar também que a bola está dentro do raio de proximidade de um(a) jogador(a) adversário(a)).

4.Os sensores inerciais na bola detectam quando a bola foi apanhada (conforme descrito acima, por exemplo).

5 5.A bola detecta um evento de lançamento ou de bola parada para retomada de jogo usando os métodos descritos anteriormente.

Informações referentes à capacidade do(a) jogador(a) de induzir uma situação de bola fora de campo na equipe adversária podem ser também úteis na verificação da habilidade do(a) jogador(a) de provocar a situação de bola fora de campo intencional (como, por exemplo, habilidades de manejo da bola, habilidades de prevenção de defesa, etc.), assim como o nível de habilidade do(a) jogador(a) defensivo(a) contra aquele(a) para quem a bola foi chutada para produzir esta situação.

15 As Figuras 66 a 75 mostram diversas feições potenciais para detectar e/ou medir diversas métricas referentes a gols e/ou outras ações do(a) goleiro(a) no jogo de futebol, que podem ser usadas e avaliadas durante um jogo, sessão de prática, sessão de treinamento, etc. As feições destes sistemas, métodos e métricas exemplares serão descritas mais detalhadamente a seguir.

Figura 66 – Reconhecimento do(a) Goleiro(a):

20 Embora os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção possam solicitar entrada ou um equipamento especial para o(a) goleiro(a), se desejado, pelo menos alguns sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção são capazes de identificar automaticamente qual jogador(a) é o(a) goleiro(a) com base nas ações detectadas que ocorrem no decorrer de um jogo.

Um hardware exemplar para uso no reconhecimento do(a) goleiro(a) pode incluir:

25 (a) um sistema de detecção inercial no(a) jogador(a) (ou no centro do corpo ou na bota, por exemplo) para fornecer informações sobre velocidade e distância do(a) jogador(a); e (b) um sistema de comunicação sem fio para permitir que os sistemas de detecção nos(as) jogadores(as) individuais transmitam seus sinais/dados processados (ou capacidades de armazenamento para estes dados). Em seguida, como exemplo, a determinação automática do(a)

30 goleiro(a) pode ser efetuada da maneira seguinte:

a.Informações sobre velocidade e distância são coletadas e consideradas para cada jogador(a) em cima do lance.

b.O(a) jogador(a), devido à sua posição, fará a maior parte do seu movimento dentro de uma caixa de 16,45 m (18 jardas) localizada perto do gol.

35 c.Após (ou durante) o jogo, os dados do sistema de detecção podem ser avaliados de modo a se entender qual jogador(a) em cima do lance se moveu o mínimo e permaneceu predominantemente dentro de uma caixa de 16,45 m (18 jardas).

Métricas de desempenho diferentes (as métricas de desempenho descritas mais detalhadamente a seguir, por exemplo) podem ser determinadas para o(a) jogador(a) identificado(a) como o(a) goleiro(a).

Como outra alternativa, se desejado, o(a) goleiro(a) pode ser equipado(a) com luvas que têm a capacidade de determinar o contato e/ou a proximidade com a bola (como, por exemplo, sensores de impacto, acelerômetros, sistemas de detecção de proximidade bola-luvas, etc.). Os dados coletados por tais luvas podem ser também usados de diversas maneiras para determinar diversas métricas, tais como as métricas descritas mais detalhadamente a seguir. Ainda como outro exemplo, os sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção podem permitir que diversos(as) jogadores(as) introduzam dados que identificam as suas posições.

Figura 67 – Defesa/Proteção do Gol:

Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir feições para permitir a determinação de defesas do(a) goleiro(a) e proteção do gol. Este aspecto da invenção pode ser executado com o uso de diversos sensores para determinar quando o(a) goleiro(a) defende um chute a gol. Por exemplo, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem utilizar um sensor inercial no centro do corpo do(a) goleiro(a), um sistema de detecção da proximidade da bola e um sistema de detecção inercial dentro da bola, dos diversos tipos descritos acima, por exemplo. A determinação de um impacto na bola com magnitude significativa (acima de um nível-limite, como o que estaria presente em um chute a gol típico ou cabeçada em defesa de um chute de escanteio, por exemplo), imediatamente seguido pela (ou simultâneo com a) proximidade da bola com relação ao(a) goleiro(a), seguido por uma bola apanhada, e em seguida um chute ou lançamento de primeira, pode ser usada como uma indicação de que o(a) goleiro(a) defendeu um chute a gol (e protegeu com sucesso o gol. Além disto ou alternativamente, se desejado, o(a) goleiro(a) pode ser equipado(a) com luvas que têm a capacidade de determinar o contato e/ou a proximidade com a bola (como, por exemplo, sensores de impacto, acelerômetros, sistemas de detecção de proximidade bola-luvas, etc.), e tal contato pode ser uma indicação da interação do(a) goleiro(a) com a bola. Como outra alternativa, dados de sensor tirados do acelerômetro usado no corpo do(a) goleiro(a) podem ser comparados com dados de sensor do acelerômetro na bola. À medida que o(a) goleiro(a) corre ou se move com a bola, os dois sensores indicarão uma trajetória líquida muito semelhante tomada. Estes dados podem ser usados para determinar a posse da bola pelo(a) goleiro(a).

Figura 68 – Defesa de Goleiro(a):

Este aspecto exemplar da invenção refere-se a sistemas e métodos capazes de determinar um cenário de “defesa de goleiro(a)”, isto é, uma situação em que o(a) goleiro(a)

põe as mãos (ou outra parte do corpo) em um chute a gol, o que desvia a bola para fora do campo (como, por exemplo, fora do gol, sobre o gol, etc.). Como exemplo mais específico, com o uso de sistemas de detecção inerciais e de pressão dentro de uma bola de futebol, a bola mostrará de modo geral uma assinatura de impacto mais brando no acelerômetro e/ou nos sensores de pressão quando entra em contato com as mãos de um(a) jogador(a), em comparação com um impacto em uma trave da gol, um chute ou impacto no chão. Esta assinatura de sensor única e a determinação de um impacto fora do sapato/chão/trave de gol, combinadas com a detecção da proximidade com relação ao(à) goleiro(a), seguida de um evento de bola parada para retomada de jogo (conforme descrito acima, como, por exemplo, um chute de escanteio), constituem uma sequência única de eventos que só ocorre quando ocorre um evento de defesa de goleiro(a). Além disto ou alternativamente, se desejado, o(a) goleiro(a) pode estar equipado(a) com luvas que têm a capacidade de determinar o contato e/ou a proximidade com a bola (como, por exemplo, sensores de impacto, acelerômetros, sensores de detecção de proximidade bola-luvas, etc.) e o contato ou proximidade rápido(a) da luva com a bola pode ser considerado uma indicação de uma situação de defesa de goleiro(a) (opcionalmente, combinado com algumas das outras feições deste cenário descrito acima).

Figura 69 – Defesa ou Captura pelo(a) Goleiro(a) de Chute Forte:

Este aspecto exemplar da invenção envolve a determinação de um evento de defesa de goleiro(a) ou captura pelo(a) goleiro(a) da bola que foi chutada com força. A defesa de um chute a gol forte exigirá tipicamente habilidades de defesa de gol aperfeiçoadas, e a capacidade de diferenciar defesas nesta situação pode fornecer uma métrica interessante adicional para consideração de instrutores ou jogadores(as). Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos deste aspecto da invenção podem usar sistemas de detecção inerciais e/ou de pressão dentro da bola para determinar a velocidade da bola assim como capacidades de comunicação sem fio incluídas dentro da bola que são capazes de transmitir informações sobre velocidade da bola e informações sobre tempo de impacto. Além disto, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem incluir também tecnologia de determinação de proximidade e/ou posse (magnética, RF ou outra, por exemplo) que permite a determinação de quando a bola está próxima (ou na posse de) jogadores(as) específicos(as) e, neste cenário, próxima ou na posse do(a) goleiro(a).

A combinação da capacidade do(a) goleiro(a) de agarrar ou defender a bola (usando a tecnologia de detecção descrita acima, por exemplo) com a velocidade da bola pode ser mapeada em uma métrica de habilidade do(a) jogador(a) (como, por exemplo, porcentagens de defesas de chutes a gol a uma velocidade de chute predeterminada, etc.). Por exemplo, para velocidades de bola mais elevadas, a capacidade do(a) goleiro(a) de agarrar

ou defender a bola pode ser considerada mais pertinente.

Como outra alternativa, o tempo de reação do(a) goleiro(a) pode ser determinado, por exemplo, pela comparação do tempo de chute com o tempo de impacto pelas mãos do(a) goleiro(a). A diferença de tempo entre os dois eventos pode informar quanto tempo o(a) goleiro(a) teve para reagir ao chute a gol.

Informações referentes a esta métrica podem ser então exibidas ou visualizadas em uma página da Rede ou em um dispositivo de mão (tal como um telefone móvel) e comparadas com outras métricas reunidas pelo sistema em jogos anteriores e futuros. Além do mais, as informações referentes a esta métrica podem ser usadas para desenvolver programas de treinamento com o fim de aperfeiçoar a rapidez, a agilidade e/ou o tempo de reação do(a) jogador(a) (se necessário).

Figura 70 – Avanço do(a) Goleiro(a) (Detenção do Adversário):

Este aspecto exemplar de acordo com a invenção usa um conjunto de sistemas de sensor no(a) goleiro(a) e na bola para determinar quando o(a) goleiro(a) executa uma detenção bem sucedida, tomando a bola do adversário. Como alguns exemplos mais específicos, os sistemas e métodos de acordo com este aspecto da invenção podem determinar quando um adversário tem a posse da bola, seguido de um período de tempo disputado entre o(a) goleiro(a) e o(a) jogador(a) adversário(a) (tanto o(a) goleiro(a) quando o(a) jogador(a) adversário(a) bem próximos da bola), seguido de um evento de salto executado pelo(a) goleiro(a) (determinado por um sistema de detecção inercial no corpo portado pelo(a) goleiro(a), por exemplo), seguido de uma bola apanhada (o que pode ser determinado com base em sensores nas luvas do(a) goleiro(a), em sensores de absorvedor de choque elétrico e/ou giroscópio na bola, etc.). Estes eventos, que ocorrem nesta sequência, são únicos em termos de eventos de detenção de adversário pelo(a) goleiro(a). O rastreamento de eventos de detenção de adversário pelo(a) goleiro(a) fornece uma métrica interessante e útil para avaliar o desempenho do(a) goleiro(a).

Figura 71 – Salto de Goleiro(a)/Salto de Jogador(a)/Pulo de Jogador(a):

Um sistema de detecção inercial, tal como um acelerômetro de três eixos geométricos, quando montado no corpo de um(a) jogador(a) durante um jogo de futebol ou outra atividade (especialmente no centro do corpo), gastará a maior parte do tempo em um plano de movimento razoavelmente plano (uma determinada altura afastada do chão determinada pelo local de montagem do sensor). Quando o(a) goleiro(a) (ou outro(a) jogador(a)) salta para o chão, o sensor fará um desvio acentuado para baixo até o chão, seguido pelo posicionamento de pé e retomada de movimento pelo(a) jogador(a) dentro do plano de movimento original. Estes dois eventos podem ser usados para determinar quando o(a) jogador(a) executou uma ação de saltar e/ou quando ele/ela está em pé. Esta mesma tecnologia pode ser usada, por exemplo, para determinar quando o(a) jogador(a) pulou no ar a uma

altura significativa.

Figura 72 – Chute de Primeira:

Um evento de “chute de primeira” (um evento comum executado pelo(a) goleiro(a) no jogo de futebol) pode ser também detectado pelos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. As tecnologias de acelerômetro disponíveis no mercado atualmente podem determinar quando o acelerômetro (e consequentemente o dispositivo com o qual ele está conectado) está na condição de queda livre. Os sistemas e métodos de acordo com este exemplo da invenção usam um acelerômetro colocado na bola, em combinação com um sistema de detecção de impacto em um sapato. Estes sensores podem ser usados para determinar as sequências de eventos seguintes, que correspondem a e podem ser identificados como eventos de chute de primeira:

a. Para um chute de primeira direto (no qual a bola não toca o chão primeiro: a bola é apanhada, deixada cair (isto é, detectada como estando em queda livre), seguindo-se um impacto de chute (impactos na bola e no sapato ao mesmo tempo).

b. Para um chute de primeira ricocheteado (no qual a bola toca o chão brevemente antes de ser chutada), exerce um pequeno impacto devido ao contato com o chão, seguido de um impacto de chute (impactos na bola e no sapato ao mesmo tempo) quando a bola está se deslocando em afastamento do chão. Alternativamente, a bola pode experimentar o impacto do chute ao mesmo tempo em que a bola faz contato com o chão.

Se desejado, um período de tempo-limite máximo pode ser iniciado uma vez que a bola faz contato com o chão durante o qual o evento de chute pode ser registrado para que um evento de chute de primeira ricocheteado bem sucedido seja contado.

Figura 73 – Chute a Gol que Sai do Campo:

Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem utilizar um sistema de elementos de detecção na bola (e opcionalmente sensores na bota) para determinar quando a bola sai do campo além da linha de gol (o que resulta em um chute a gol), devido, por exemplo, a um chute amplo ou a um chute alto. Os eventos detectáveis que permitem a determinação de um “Chute a Gol que Sai do Campo” são os seguintes:

a. Impactos coincidentes na bola e na bota são registrados de modo a se determinar que um evento de chute ocorreu.

b. A bola é então apanhada (o que pode ser determinado, por exemplo, pela detecção de um ritmo de rotação muito lento e/ou acelerações de baixa frequência com o uso de métodos de detecção inercial/detecção rotacional – a saída de sensor de um evento de condução aparecerá diferente da saída de sensor de um evento de chute, como, por exemplo, na rotação da bola, aceleração, etc.).

c. Um evento de bola parada para retomada de jogo ocorre então (e, opcionalmente,

pode ser detectado um chute a partir do evento de bola parada).

Esta métrica pode ser útil, por exemplo, para determinar a habilidade e a eficiência de jogadores(as) ofensivos(as), identificando-se oportunidades perdidas durante um jogo, eficiência de defesa, etc.

- 5 Como outro exemplo, se desejado, as traves do gol podem incluir módulos eletrônicos nelas que permitam a detecção de proximidade entre as traves do gol e a bola.

Figura 74 – Chute a Gol:

Uma parte importante do jogo de futebol é o chute a gol. Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção incluem sensores montados na
10 bola e/ou sensores montados no(a) jogador(a) que proporcionarão a detecção de quando ocorreu um chute a gol. Em um sistema e um método exemplares, a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bola (como, por exemplo, acelerômetro, sensor de pressão, etc.) é combinada no tempo com a saída de um sistema de detecção de impacto dentro da bota para permitir a determinação de quando a bola é atingida pelo pé de um(a) jogado-
15 dor(a) específico(a). Um sistema de detecção de proximidade (como, por exemplo, detecção magnética, RSSI, etc.) pode ser também usado para permitir a determinação de quando a bola está próxima de jogadores(as) específicos(as) no campo. Um sensor rotacional montado no centro do(a) jogador(a) pode ser também usado (como, por exemplo, sensor de bússola, giroscópio, etc.) para permitir a determinação da direção para a qual o(a) jogador(a)
20 está voltado(a) assim como informações sobre rotação relativa. Além disto, um sistema de detecção inercial no(a) jogador(a) pode ser usado para gerar sinais e informações adicionais. Os eventos que ocorrem para determinar um chute a gol de acordo com este exemplo da invenção são os seguintes:

a.A posse por um membro da equipe atacante é determinada com o uso das técnicas descritas acima, por exemplo.
25

b.Sinais do sensor de pressão ou do sensor inercial dentro da bola ocorrem simultaneamente com sinais da tecnologia de detecção de impacto dentro da bota.

c.A comunicação sem fio entre a bota e a bola corresponde ao tempo exatamente, registrando o evento como uma bola chutada.

d.Sistemas de detecção de proximidade registram a entrada da bola no raio de proximidade do(a) goleiro(a) da equipe defensiva.
30

e.Sensores inerciais e rotacionais dentro da bola registram sinais de baixa frequência que são característicos da bola que é retida por um(a) jogador(a). Alternativamente, sensores inerciais no(a) jogador(a) são intimamente correlacionados com a trajetória de deslocamento registrada pelos sensores inerciais dentro da bola, sugerindo que a bola está sendo conduzida.
35

f.A bola é lançada, a bola é chutada de primeira ou uma jogada de bola para reto-

mada de jogo é executada.

A determinação de “chute a gol” pode ser útil

para diversas métricas que podem ajudar a determinar a eficiência do(a) goleiro(a), a eficiência de um(a) ou mais jogadores(as) ofensivos(as), a eficiência de um(a) ou mais jogadores(as) defensivos(as), eficiência da equipe ou formação dos(as) jogadores(as), etc.

Figura 75 – Gol Marcado:

Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem ser também capazes de determinar automaticamente quando um gol foi marcado. Isto pode ser efetuado, por exemplo, considerando-se, pelo menos em parte, o comportamento da bola quando atinge a rede e entre em repouso durante um gol. Como exemplo mais específico, os eventos seguintes podem ser usados para determinar que um gol foi marcado:

a.A posse da bola por um membro da equipe atacante é determinada com o uso de uma ou mais das técnicas descritas acima, por exemplo.

b.Os sinais do sensor de pressão ou do sensor inercial dentro da bola ocorrem simultaneamente com os sinais da tecnologia de detecção de impacto dentro da bota.

c.A comunicação sem fio entre a bota e a bola corresponde ao tempo exatamente, registrando o evento como uma bola chutada.

d.Opcionalmente, sistemas de detecção de proximidade registram a entrada da bola no raio de proximidade do(a) goleiro(a) da equipe defensiva.

e.Um acelerômetro interno na bola reconhece que a bola atingiu a rede produzindo sinais que indicam uma parada lenta devida ao fato de a bola ser colhida na rede (e opcionalmente devido a uma queda no chão pela gravidade). Este sinal ou série de sinais aparecerá diferente de uma parada mais abrupta ou mudança de direção resultante de uma defesa ou chute e/ou da parede lenta produzida à medida que a bola rola até uma parada.

f.Sensores inerciais e rotacionais dentro da bola registram sinais de baixa frequência que são característicos da bola que é retida ou conduzida. Como alternativa, sensores inerciais no(a) jogador(a) são correlacionados intimamente com a trajetória de deslocamento registrada pelos sensores inerciais dentro da bola, sugerindo que a bola está sendo conduzida.

g.A bola é conduzida de volta ao círculo central e é colocada como uma bola parada para reinício do jogo pela equipe que não marcou o gol. (Opcionalmente, outros eventos, como os descritos acima, podem ser usados como indicação de retomada de jogo).

A métrica de “gol marcado” pode ser combinada

com outras métricas, como informações sobre posse da bola antes do gol (como, por exemplo, para determinar qual jogador(a) marcou o gol, informações auxiliares, etc.) eficiência do(a) goleiro(a), eficiência do(a) jogador(a) individual (tanto de ataque quando de

defesa), eficiência de formação de jogadores (tanto de ataque quanto de defesa), etc.

As Figuras 76 a 83 mostram feições e/ou funcionalidade potenciais dos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns aspectos exemplares desta invenção referentes às diversas equipes, métricas de equipe, feições de jogo e semelhantes. As feições destes sistemas, métodos, métricas e funcionalidade exemplares serão descritas mais detalhadamente a seguir.

Figura 76 – Escolha Automática de Capitães de Equipe:

Em jogos de futebol “aleatórios”, há frequentemente a necessidade de escolher um capitão de cada equipe, que escolherá então seus(suas) jogadores(as), um(a) de cada vez. Se desejado, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem ser programados e adaptados para escolher automaticamente capitães de um grupo montado de jogadores(as), com base, por exemplo, em uma ou mais métricas referentes ao(à) jogador(a) do grupo montado de jogadores(as).

Como alguns exemplos mais específicos, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem utilizar os dados e informações contextuais reunidos pelo grupo montado através de vários jogos disputados. Este sistema exemplar envolve nós em cada jogador(a) que compreendem os sistemas de detecção descritos acima, assim como um dispositivo de comunicação sem fio. Uma ou mais métricas para o grupo montado de jogadores(as) podem ser então comunicadas a um local comum (como, por exemplo, um telefone celular, um computador palmtop, um computador portátil, um computador de linha lateral, um dos dispositivos montados no corpo do(a) jogador(a), etc.), onde os dados podem ser coletados e comparados. Uma vez que os dispositivos tenham comunicado os níveis de habilidade relativos do grupo montado de jogadores (pela transmissão de qualquer uma das diversas informações de métrica descritas acima), os(as) dois(duas) melhores jogadores(as) (ou qualquer outra métrica, tal como os(as) dois(duas) piores jogadores(as), os(as) dois(duas) jogadores(as) que passam a bola, os(as) dois(duas) melhores goleiros(as), etc.) podem ser escolhidos(as) para serem os capitães. Se desejado, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar os(as) dois(duas) melhores jogadores(as) totais e os(as) dois(duas) melhores goleiros(as) e em seguida dividir estes(as) quatro jogadores(as) entre as equipes de modo que o(a) melhor goleiro(a) esteja na equipe do(a) segundo(a) melhor jogador(a) e de modo que o(a) segundo(a) melhor jogador(a) esteja na equipe do(a) melhor jogador(a). Qualquer maneira desejada de dividir os(as) jogadores(as) e/ou escolher os capitães pode ser usada dentro do alcance desta invenção.

Como outra alternativa, em vez de simplesmente escolherem capitães ou goleiros, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem montar, compilar e examinar os dados para determinar a distribuição mais justa do grupo

montado de jogadores(as) entre as equipes usando as métricas que foram reunidas através de vários jogos disputados usando os sistemas e métodos de detecção de acordo com esta invenção.

Ainda como algumas opções adicionais, se desejado, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção que escolhem automaticamente as equipes inteiras com base no grupo montado de jogadores(as) podem executar funções adicionais também. Por exemplo, qualquer maneira de aconselhar os(as) jogadores(as) da equipe na qual eles(as) devem jogar pode ser adotada dentro do alcance desta invenção. Como alguns exemplos mais específicos, os sistemas e métodos de acordo com a invenção podem enviar uma mensagem indicadora de equipe ao telefone celular ou outro aparelho eletrônico de cada jogador(a) ("Você está na Equipe 1" ou "Você está na Equipe 2", por exemplo). Como outra opção, se desejado, o sistema de computação que escolhe automaticamente as equipes pode comunicar-se sem fio com um módulo eletrônico instalado em uma peça de roupa ou camisa de malha, que pode então alterar a cor, apresentar informações textuais ou produzir outras feições para mostrar as decisões de atribuição de equipes que foram tomadas.

Figura 77 – Determinação de Início de Jogo:

Os sistemas e métodos de acordo com esta invenção podem determinar quando um jogo realmente começa (que pode ser o sinal para iniciar a aceitação de dados dos diversos sensores, como, por exemplo, montados na bola, nos(nas) jogadores(as), nas traves de gol, em outro equipamento, etc.). Qualquer maneira desejada de verificar o início do jogo pode ser usada dentro do alcance desta invenção. Como exemplo, um(a) jogador(a) ou outro indivíduo (tal como um árbitro, um instrutor, etc.) pode ser encarregado de fornecer uma indicação a um sistema de computação de quando o jogo começou. Como outro exemplo, o evento de "início de jogo" pode ser determinado pela detecção de um evento de bola parada para retomada de jogo (conforme descrito acima) dentro de um quadro de tempo curto depois que todos(as) os(as) jogadores(as) (ou a maioria dos(as) jogadores(as)) no jogo ativarem seus sistemas de detecção no corpo usando uma rede não hierárquica, seguindo-se uma passe muito curto entre os membros da equipe.

Outras maneiras de determinar automaticamente o início do jogo podem ser adotadas dentro do alcance desta invenção. Em alguns sistemas e métodos exemplares de acordo com a invenção, por exemplo, todos(as) jogadores(as) no campo que estão usando os sistemas de detecção e têm sistemas de detecção inerciais no corpo de acordo com esta invenção estarão em comunicação uns(umas) com os(as) outros(as) através de uma rede não hierárquica. O início do jogo é umas das muito poucas situações em que os(as) jogadores(as) permanecem razoavelmente imóveis e dois(duas) jogadores(as) da mesma equipe estão bem próximos(as) da bola. A detecção deste tipo de atividade ou situação, seguido do

movimento súbito e simultâneo de quase todos(as) os(as) jogadores(as), pode ser usada como uma indicação de que o jogo começou.

Como outro exemplo, em alguns sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção, todos(as) (ou muitos(as)) os(as) jogadores(as) podem ter um sistema de detecção no corpo que determina a orientação do centro do corpo. Cada sistema de detecção pode ser conectado por meio de um método de comunicação sem fio que define uma rede não hierárquica. Em tal sistema, todos os módulos podem transmitir a direção no campo para a qual cada jogador(a) está voltado(s). A combinação desta informação de direção para a qual o(a) jogador(a) está voltado(a) (todos os membros da equipe voltados para a mesma direção, que é oposta à direção para a qual a equipe adversária está voltada) com a detecção de um evento de bola parada para retomada de jogo) e opcionalmente com o acréscimo das informações de proximidade descritas acima, em que dois(duas) jogadores(as) da mesma equipe estão bem próximos(as) da bola, pode ser usada como uma indicação de que o início do jogo está para ocorrer (ou ocorreu uma vez detectado o chute inicial).

Como ainda outra alternativa, o início do jogo pode ser determinado pelo movimento substancialmente simultâneo de cada jogador(a) a partir de uma posição de imobilidade geral, devido ao chute de início de partida (opcionalmente, correlacionado com um evento de bola parada e/ou evento de detecção de chute inicial, conforme descrito acima).

Figura 78 – Direção de Jogo:

Para diversas métricas referentes ao jogo de futebol (como, por exemplo, para determinar o curso do jogo, para determinar se uma equipe tendeu a atacar ou defender, para determinar diversas métricas de habilidade, etc.), a direção de jogo para cada jogador(a) e/ou cada equipe pode ser uma informação útil para os sistemas e métodos de detecção de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção (de modo que os sistemas e métodos saibam qual gol que cada equipe e jogador(a) estão defendendo e qual gol cada equipe e jogador(a) estão na iminência de marcar). Os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar a direção de jogo automaticamente, com base, por exemplo, nos movimentos dos(as) diversos(as) jogadores(as) ao longo do tempo. A determinação da direção de jogo de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção pode utilizar um sensor montado no corpo com capacidades de detecção de direção (como, por exemplo, um sensor de bússola, um acelerômetro/giroscópio, etc.) para determinar a direção para a qual o(a) jogador(a) está voltado(a) em qualquer dado momento. Para tais sistemas, a direção de jogo pode ser determinada pelas etapas seguintes:

a. Vários(as) jogadores(as) em cima do lance têm sistemas de detecção que incluem dispositivos de comunicação sem fio para compartilhar informações direcionais.

b. Sinais de sensor são lidos em cada jogador(a) individual e são transmitidos sem

fio para todos os nós de sensor (em cada jogador(a), por exemplo).

c.Os nós são todos integrados no decorrer do jogo para determinar quais jogadores(as) gastam a maior parte do seu tempo voltados(as) para uma direção específica.

d.Companheiros(as) de equipe compartilharão uma propensão semelhante voltada para o gol adversário.

Esta tecnologia pode ser usada para determinar automaticamente quais jogadores(as) são companheiros(as) de equipe. Além disto, conforme observado acima, pode ser útil para determinar diversas métricas referentes ao jogo, tanto ao nível de equipe quanto ao nível individual. Por exemplo, jogadores(as) ofensivos(as) que gastam tempo demais voltados(as) para seu próprio gol podem não ser tão eficientes quanto jogadores(as) ofensivos(as) que gasta menos tempo voltados(as) para seu próprio gol. Estes dados podem ser também usados para determinar a equipe que pareceu jogar um jogo mais “ofensivo” *versus* a equipe que pareceu jogar mais na defesa.

Figura 79 – Direção de Alternativas de Jogo:

A Figura 79 ajuda a mostrar diversas feições alternativas para determinar automaticamente a direção de jogo (ou informações que podem ser usadas na determinação automática da direção de jogo e/ou na verificação automática de companheiros(as) de equipe) que pode ser usada nos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. Por exemplo, o conhecimento da métrica de “início de jogo”, conforme descrita acima, pode ser usada para se olhar instantaneamente para a saída dos sensores centrais de modo a se entender a direção de jogo de indivíduos e/ou equipes e/ou determinar automaticamente os(as) companheiros(as) de equipe. Mais especificamente, em geral, no início do jogo, os membros de cada equipe ficarão voltados para o gol do adversário. Portanto, as informações de direção para a qual se volta o indivíduo no início do jogo para cada indivíduo podem ser armazenadas, e estas informações podem ser usadas, pelo menos em parte, para determinar a direção de jogo para cada indivíduo e/ou os membros de cada equipe.

Como outra alternativa, as informações sobre posse da bola (e os sensores que coletam informações sobre posse pelo(a) jogador(a) individual) podem ser usadas em combinação com a direção para a qual são voltados os sensores descritos acima para permitir a determinação da direção para a qual os(as) jogadores(as) estão voltados(as) quando com a bola, e será presumido que a maioria dos dribles executados por esse(a) jogador(a) está na direção do gol adversário.

Como outra alternativa, a tecnologia de detecção de passes (conforme descrita acima, por exemplo) pode ser usada para determinar a propensão geral de direção de passe, opcionalmente combinada com o comprimento/direção dos passes, para permitir a determinação da direção na qual uma equipe ou indivíduo específico está tentando mover a bola

com maior frequência. Pode-se presumir que estas informações direcionais são orientadas no sentido de mover a bola em direção ao gol adversário.

Outra alternativa potencial para determinar automaticamente a direção de jogo individual ou de equipe (e opcionalmente a identidade de companheiros(as) de equipe) pode ocorrer durante jogadas de “bola parada para retomada de jogo”. Mais especificamente, durante jogadas de bola parada, a maioria dos(as) jogadores(as) de cada equipe estará voltada na direção do gol adversário. Sensores direcionais podem combinar-se com a determinação de uma condição de bola parada (conforme reportada pela bola por meio de uma rede sem fio, com o uso da tecnologia descrita acima, por exemplo), que pode ser então usada para acionar a comunicação de todos(as) os(as) jogadores(as) voltados(as) para direções pelos sistemas de detecção usados no centro do corpo.

Ainda como outra opção potencial, durante dribles longos, o sensor usado no centro do corpo do(a) jogador(a) individual tenderá a reportar o movimento na direção do gol do adversário. Pode ser ou um sistema de sensor inercial (acelerômetro, etc.) ou um sensor rotacional (giroscópio, bússola, etc.), uma vez que ambos podem ser capazes de reportar a direção de movimento/para a qual o(a) jogador(a) está voltado(a) na direção do gol adversário.

As diversas tecnologias de reconhecimento de direção e/ou de companheiros(as) de equipe automático, conforme descritas com referência às figuras 78 e 79, podem ser usadas individualmente ou em qualquer combinação desejada de modo a se obterem dados referentes à e úteis na determinação final da direção de jogo de um indivíduo e/ou jogador(a) e/ou reconhecimento de companheiros(as) de equipe.

Figura 80 – Reconhecimento de Companheiros(as) de Equipe com o Uso de Distribuição de Passes durante um Jogo:

Este aspecto dos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção usa a tecnologia de distribuição de passes descrita anteriormente (ver a Figura 63). Pela agregação dos dados de distribuição de passes ao longo do tempo (por meio de comunicação sem fio entre módulos de sensor, por exemplo), os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem determinar as pessoas para as quais um(a) jogador(a) específico fez o passe com maior frequência e, assim, os sistemas e métodos podem concluir que estes receptores de passe frequentes são companheiros de equipe do jogador que faz o passe. No decorrer de um jogo pode haver várias interceptações de passe, mas, presumivelmente, o número dominante de passes que ocorrerem será para os(as) companheiros(as) de equipe do(a) jogador(a). Com o tempo emergirá um padrão que permitirá que o sistema calcule dinamicamente quem está na mesma equipe e quem não está. Informações sobre proximidade jogador(a)-jogador(a) e jogador(a)-bola podem ser também usadas neste aspecto da invenção, como, por exemplo, estes dados

podem permitir melhor a determinação de se o(a) jogador(a) que faz o passe tende a tentar passar para um indivíduo ou se o(a) jogador(a) que faz o passe tende a enviar passes de modo a evitar um indivíduo.

5 Pode ser apresentada uma tecnologia alternativa que permite que jogadores(as) entrem manualmente na equipe em que jogam (como, por exemplo, pela entrada em seus sensores usados no corpo, pela seleção a partir de um menu, etc.).

Figura 81 – Determinação de Equipe Baseada na Orientação de Objetos:

10 São descritos acima diversos exemplos de maneiras de determinar quais jogadores(as) estão em qual equipe (ou pelo menos dados referentes a esta determinação). Além disto ou alternativamente, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem usar a orientação do sistema receptor (ou de qualquer componente do sistema) para determinar ou como uma indicação da equipe em que está um(a) jogador(a) específico(a). Uma vez que o jogo de futebol envolve sempre apenas duas equipes, esta determinação ou indicação pode ser binária.

15 Diversos indicadores binários podem ser apresentados dentro do alcance desta invenção. Como exemplo, com o uso de um acelerômetro ou outro sistema de detecção inercial, o vetor de gravidade pode ser usado para determinar a orientação do objeto. Como outro exemplo, uma cavidade ou prendedor que se destina a alojar pelo menos alguma parte do sistema de detecção pode ter um ímã embutido nele, e este ímã pode ser detectado por um sensor com efeito de Hall, um comutador de lâmina ou semelhante para determinar a orientação do objeto. Como exemplo, a localização do ímã pode ser em um alojamento de plástico ou até mesmo embutido no bolso de uma peça de roupa. Como outra alternativa, um elemento passivo, tal como um mancal de esfera ou objeto semelhante, pode ser puxado para baixo pela força da gravidade, fazendo contato elétrico com dois eletrodos no interior do objeto. O lado do alojamento ou outro objeto na direção do qual o mancal de esfera é puxado pela força da gravidade pode ser usado como um indicador da orientação (e, portanto, da equipe) do objeto. Os(as) jogadores(as) podem usar os diversos sensores ou os alojamentos para eles em uma orientação em uma equipe e na orientação oposta na outra equipe.

30 Figura 82 – Determinação de Equipe com o Uso de Proximidade com a Bola/Passes:

Os aspectos desta invenção, conforme descritos acima, podem incluir sistemas de detecção de proximidade na bola, assim como sistemas de detecção inerciais/de impacto tanto na bola quanto na bota. Como outra feição, os sistemas e métodos de acordo com 35 pelo menos alguns exemplos desta invenção podem usar a capacidade da bola de saber quando está bem próxima ou de saber quando ocorre um evento de impacto simultâneo entre a bota e a bola, que pode ser comunicado sem fio, assinalando a presença da bola

aos pés de um(a) jogador(a) específico(a). Esta feição exemplar de acordo com a invenção usa um algoritmo simples que permite ao sistema aprender as equipes. Por exemplo, antes do início do jogo (ou em qualquer outro tempo desejado), a bola pode ser simplesmente passada para cada membro de uma equipe, assinalando sua condição como companheiros(as) de equipe. Estes sistema e métodos exemplares podem usar então os(as) jogadores(as) “para os(as) quais foi feito o passe” como uma equipe e pode-se supor que quaisquer outros(as) jogadores(as) dos(as) a bola se aproxima estão no time adversário.

Alternativamente, se desejado, um comportamento controlado (tal como comprimindo a bola, apanhando a bola, lançando a bola, etc.) pode ser usado para assinalar a “transição” do passe entre os(as) jogadores(as) da equipe No. 1 para o passe da bola entre os(as) jogadores(as) da equipe No. 2 e, desta maneira, a bola pode identificar positivamente os diversos membros de cada equipe, antes do início do jogo, por exemplo.

Figura 83 – Uso de Frequência de Passe para Determinar Companheiros(as) de Equipe:

Este aspecto da invenção usa a tecnologia descrita acima para determinar quando um passe bem sucedido foi dado, mas remove o conhecimento dos(as) companheiros(as) de que no início do jogo. Se desejado, os sistemas e métodos de acordo com exemplos desta invenção podem determinar automaticamente os(as) companheiros(as) de equipe usando informações sobre frequência de passe. Nestes sistema e método exemplares de acordo com a invenção, o sistema comunica sem fio sempre que a bola tiver se deslocado de um(a) jogador(a) para outro(a), independentemente da equipe. Ao longo do jogo, emergirão padrões entre determinados(as) jogadores(as), e a frequência de passe entre jogadores(as) na mesma equipe deve ser muito mais elevada. Elementos de predição estatísticos podem então calcular quais 11 jogadores(as) (ou outro número de jogadores(as) estão mais provavelmente na mesma equipe pela avaliação da frequência de passe entre eles(as) (é mais provável que muitos passes entre dois indivíduos os identifiquem como companheiros de equipe – dois(duas) jogadores(as) não podem ser tão ruins a ponto de sempre chutarem passes interceptados para a mesma pessoa). Informações sobre proximidade jogador(a)-jogador(a) e jogador(a)-bola podem ser também úteis nesta determinação.

Feições de frequência de passe podem ser usadas de outras maneiras nos sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção, se desejado. Por exemplo, “preferências” de um(a) jogador(a) individual, tais como para quais jogadores(as) é feito o passe com maior frequência por um(a) jogador(a) específico, podem ser identificadas e visualizadas on-line para sugestões de aperfeiçoamento. Como exemplo mais específico, se um(a) jogador(a) de meio-campo sempre passa a bola para o lado esquerdo, ele/ela pode tornar-se mais previsível para o adversário. Um instrutor que observe ou seja informado desta preferência ou tendência pode desenvolver exercícios para este(a) jogador(a) de modo a

ajudar a aperfeiçoar as habilidades dele(dela) e sua confiança em fazer passes para o lado direito do campo.

Além disso ou alternativamente, se a velocidade do(a) jogador(a) durante os passes for adicionada à informações sobre frequência de passe acima, o sistema e o método podem ser aperfeiçoados. A precisão do passe pode alterar-se com base na velocidade do(a) jogador(a). Assim o peso adicionado no algoritmo pode ser colocado em passes que ocorrem quando os(as) jogadores(as) estão se movendo a velocidades relativamente baixas (em comparação com velocidades mais elevadas). Isto pode ser mais evidente, por exemplo, quando os(as) jogadores(as) passam a bola em volta da linha de defesa, tentando criar espaço dentro do campo de modo a abrir um passe para um(a) jogador(a) próximo(a) do gol do adversário.

Figura 84 – Conceitos Pós-Jogo:

Diversas feições pós-jogo podem ser disponibilizadas pelos sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção, como, por exemplo, pela exibição de dados e diversas métricas referentes ao desempenho de jogadores(as), conforme descrito acima. Se desejado, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem permitir que jogadores(as) se reúnam e joguem alguns “jogos rápidos” usando dispositivos de exibição imediatamente depois do jogo. Por exemplo, os(as) diversos(as) jogadores(as) podem reunir-se depois do jogo (como, por exemplo, em uma equipe, em ambas as equipes, em partes de uma ou da outra equipe, etc.) e os dados coletados para estes(as) jogadores(as) podem ser combinados (como, por exemplo, por meio de tecnologia de comunicação sem fio, conexões não hierárquicas, etc.) para permitir que os(as) jogadores(as) comparem e contrastem seus desempenhos no decorrer de um jogo, treinamento ou sessão de prática. Exemplos dos dados que podem ser determinados e exibidos depois do jogo em uma rápida reunião de jogadores(as) (como, por exemplo, em telefones celulares de um ou mais jogadores(as), dispositivos de computação de mão, etc.) incluem a, mas não se limitam à, identificação de: Quem teve o passe bem sucedido mais longo? Quem atingiu a velocidade mais elevada com/sem a bola? Quem foi o(a) jogador(a) que melhor passou a bola (como, por exemplo, a maioria dos passes, o menor número de interceptações, a porcentagem mais elevada de passes bem sucedidos, etc.)? Quem foi o burro de carga (como, por exemplo, quem correu mais rápido, quem teve o maior tempo com a posse da bola, etc.)? Quem teve o chute mais veloz? Quem teve o maior número de derrubadas de adversário? Estas métricas, jogos rápidos e competições podem ser exibidos em um LCD ou monitor semelhante imediatamente depois do jogo (ou em qualquer outro tempo desejado), como, por exemplo, proporcionando ao sistema uma experiência mais rica com realimentação imediata depois de encerrado o jogo (ou mesmo durante o jogo). Os dados exibidos podem incluir apenas dados entre os(as) jogadores(as) reunidos no final do jogo para este

tipo de sessão, ou podem incluir dados coletados de todos(as) jogadores(as) pelos sistemas e métodos de acordo com esta invenção.

As Figuras 85 a 93 mostram diversas feições e/ou funcionalidade potenciais dos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção referentes às diversas métricas, feições de jogo misturadas e semelhantes, inclusive diversos usos de componentes magnéticos e propriedades magnéticas. As feições destes sistemas, métodos, métricas e funcionalidade exemplares serão descritas mais detalhadamente a seguir.

Figura 85 – Bobinas Eletromagnéticas na Bola:

Este aspecto exemplar da invenção usa bobinas com cargas de corrente com pulsos colocadas dentro da bola de modo a se produzir um campo magnético que pode ser detectado por sensores fora da bola. O acréscimo de um campo magnético com pulsos pode permitir que mecanismos de detecção de acordo com alguns exemplos dos sistemas e métodos da invenção façam a filtragem em busca de uma assinatura muito distinta, obtendo-se maior detecção de alcance/proximidade (como, por exemplo, permitem que sistemas de detector montados no corpo procurem padrões de sinal específicos representativos da bola e/ou apresentam melhor capacidade de eliminar “ruído” por filtragem). Como outra opção potencial, se desejado, bobinas com taxas de pulsação diferentes podem ser colocadas em toda a bola para permitir que sensores (como, por exemplo, sensores montados no corpo, sensores montados no sapato, etc.) detectem lugares específicos na bola, assim como a direção de rotação, com base na sequência de taxas de pulso magnético detectadas. Estes dados podem ser úteis, por exemplo, para determinar feições de comprimento de chute, comprimento de passe e/ou outras métricas de desempenho.

Figura 86 – Malabarismos:

Este aspecto exemplar da invenção usa a integração anteriormente descrita de bobinas magnéticas e sensores na bola combinada com elementos de detecção na bota para detectar proximidade bem íntima com relação à bola. Além disto, sensores inerciais ou de pressão podem ser instalados dentro da bola para detectar um impacto. Quando um impacto é detectado pela bola, os sensores magnéticos podem ser também consultados de modo a se entender se houve um impacto simultâneo ou proximidade íntima com relação à bota, e tal sistema pode comunicar sem fio (ou armazenar) o número de vezes em uma fileira em que um(a) jogador(a) fez “malabarismo” com a bola.

Alternativamente, elementos de detecção de impacto no sapato (como, por exemplo, acelerômetro, elemento piezelétrico, etc.) podem ser combinados com elementos de detecção inerciais ou de pressão na bola. O impacto simultâneo na bola e no sapato denota um chute, e a comunicação sem fio entre os dois sistemas pode ser usada para determinar quantas vezes em uma sequência a bola foi mantida no ar sem exercer impacto sobre outra superfície, dando ao(a) jogador(a) o número de vezes em que a bola foi manejada com ma-

labarismo. Além disto ou alternativamente, se desejado, o tempo entre os impactos, os impactos com joelhos dos(as) jogadores(as) e outras feições podem ser decompostos em fatores e considerados para se determinar se um evento de malabarismo continuou.

Figura 87 – A Bola Produz um Campo Magnético Proporcional à Pressão:

5 Os sistemas e métodos de acordo com este exemplo da invenção incluem um sistema elétrico, eletromecânico ou mecânico dentro de uma bola de futebol que produz um campo magnético que é proporcional à pressão dentro da bola. O campo magnético gerado pode ser em seguida detectado por sensores externos, tais como sensores na bota e/ou sensores montados no centro do corpo. Exemplos de implementações e uso deste aspecto
10 exemplar da invenção incluem, mas não se limitam a, detecção da proximidade da bola (quando chutada), detecção de pressão interna com o uso de detecção externa, velocidade do chute, força do chute, distância do chute, etc.

Figura 88 – Integração de Ímãs em Peça de Roupas para Detecção de Bola:

Outra feição potencial dos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns
15 exemplos desta invenção refere-se ao uso de ímãs (ou permanentes ou eletroímãs) e sua integração a uma peça de roupa para um(a) jogador(a) de futebol. Os ímãs são colocados em locais que permitam que um sensor magnético dentro da bola detecte o seu campo, e como tal detectam a parte do corpo que acabou de interagir com a bola. Como exemplo mais específico, o peito é usado no jogo de futebol para capturar ou parar uma bola em cur-
20 va muito alta. Quando muito próxima da peça de roupa, a bola pode detectar o ímã na roupa e sabe qual parte do corpo está mais próxima (como, por exemplo, o ímã pode ser colocado na camisa de modo a demonstrar e detectar o controle do peito/ombro, nos shorts de modo a demonstrar controle da coxa ou joelho, em uma faixa de cabeça ou chapéu de modo a demonstrar controle de cabeça, etc.). Alternativamente, se desejado, o ímã pode ser incluí-
25 do na bola e o sensor montado em diversos artigos de roupa e os dados podem ser transmitidos ou armazenados na peça de roupa.

Como outra alternativa, se desejado, sistemas de detecção inerciais e/ou de pressão instalados dentro da bola podem ativar/acionar os sensores de detecção magnética quando um impacto é registrado, permitindo que o sistema de alimentação economize ener-
30 gia de bateria e ganhe eficácia.

Figura 89 – Chapa de Alimentação no Sapato:

Este aspecto da invenção usa um material fluídico que endurece quando exposto a um campo magnético. São criadas cavidades de fluido dentro do sapato e/ou engrenagem protetora (tal como um protetor de canela, etc.) e o fluido incluído nas cavidades permanece
35 viscoso e mole até que uma bobina magnética que reside sob elas ou no topo da cavidade seja energizada. Esta ação torna o material muito duro, o que pode proteger o pé, proporcionar uma superfície para chutar mais dura (de modo a se produzir maior potência de chu-

te), etc. Fluidos “inteligentes” magnéticos, também chamados de “fluidos magnetorreológicos” são conhecidos e usados nas técnicas de suspensão de veículos e como “blindagem corporal líquida” (para coletes à prova de bala, por exemplo).

Alternativamente, se desejado, não é necessário que as cavidades fluídicas tenham uma bobina magnética sob elas, mas, em vez disso, a bola pode ser adaptada de modo a conter ímãs que, quando suficientemente próximos do fluido, alteram o estado do fluido, tornando a bota dura. Como outra alternativa, se desejado, uma combinação dos sistemas de detecção, conforme descritos acima, por exemplo, pode oferecer informações contextuais a um sistema de processamento instalado no sapato, que por sua vez pode ativar geradores de campo magnético (também no sapato, por exemplo), que podem alterar ativamente a dureza e a flexibilidade das informações em tempo real baseadas no sapato sobre o jogo. Alternativamente, o sapato pode usar métricas baseadas em habilidades obtidas de disputas anteriores de modo a entender que espécie de jogador(a) o(a) atleta é e como um sapato pode melhor servir as necessidades específicas do(a) jogador(a).

Figura 90 – Chapa de Proteção da Canela:

Os aspectos da tecnologia de “chapa de alimentação no sapato” descrita acima com referência à Figura 89 podem ser usados em outros ambientes também. Por exemplo, este mesmo tipo de fluido “inteligente” magnético ou fluido magnetorreológico pode ser apresentado em uma cavidade de uma meia ou outra peça de roupa de modo a funcionar como engrenagem protetora (tal como um protetor de canela, etc.). Se desejado, os sapatos de um(a) adversário(a) podem ser equipados com um ímã ou sistema gerador de força magnética que acionaria/ativaria o fluido magnetorreológico quando o sapato se aproximasse intimamente da engrenagem protetora. Desta maneira, a meia ou outro item pode conformar-se bem ao corpo do(a) usuário(a) (de modo que fique confortável e permaneça no lugar) durante o uso normal e só se torna endurecida quando uma bota (ou a bola) equipada com ímã se aproxima.

Figura 91 – Bobina Magnética para Detectar as Propriedades do Sapato durante a Corrida:

Este aspecto da invenção envolve a colocação de um enrolamento de arame dentro de um sapato, assim como de um ímã permanente que passa através do enrolamento, gerando um fluxo de corrente através da bobina. Este fluxo de corrente pode ser então usado para detectar o “tempo de contato” de quando o sapato está no chão. Mais especificamente, ao correr, o sapato se flexionará, movendo, através de um mecanismo mecânico, um ímã dentro das bobinas que geram o campo. Quando um(a) jogador(a) está correndo, o sapato se flexionará até um evento de “afastamento de artelho” e em seguida, enquanto no ar, o sapato voltará ao estado fixo (uma sola plana, por exemplo). Em seguida, depois de ocorrido um evento de “colisão de salto de sapato”, o sapato começará a se flexionar novamente,

movendo o ímã dentro da bobina. Estes dois sinais, dos eventos de afastamento de artelho e colisão de salto de sapato, podem ser usados para determinar quando o sapato está no chão e quando está no ar. Estas informações podem ser usadas, por exemplo, com algoritmos de determinação e velocidade e distância do tipo de pedômetro, como dados úteis na determinação de métricas de velocidade de jogador(a), que podem ser integradas de modo a se obter uma métrica da distância movida pelo(a) jogador(a).

Figura 92 – Sensores Magnéticos Instalados nas Voltas de Passo no Sensor no Corpo:

Este aspecto exemplar da invenção usa um sensor magnético na bota ou no corpo do(a) jogador(a) (como, por exemplo, sensores já apresentados para detecção de proximidade jogador(a)-bola ou jogador(a)-jogador(a) ou para qualquer uma das finalidades descritas anteriormente) para atuar como um comutador para preparar o sistema para o início do jogo. Por exemplo, esteiras magnéticas (ou cones ou outras estruturas) podem ser apresentadas no lado do passo, e à medida que os(as) jogadores(as) se aproximam e entram no campo, eles(elas) passaram sobre/atraves deste sistema. Esta ação pode ser usada para ligar o sistema e entrar no estado “pronto” para o início do jogo. O sistema pode ser então iniciado quando um evento de início de jogo for detectado (conforme descrito acima, por exemplo), ou quando o(a) jogador(a) ativa manualmente o sistema no início do jogo. O campo magnético pode ser também levado a variar direcionalmente (como, por exemplo, alteração na resistência ao longo do seu comprimento) de modo que os sistemas e métodos de acordo com este aspecto da invenção possam verificar se o(a) jogador(a) está entrando ou saindo do campo.

Figura 93 – Ímã na Bola Puxa para Cima o Comutador do Sensor Magnético no Sapato:

Este aspecto da invenção pode ser usado, por exemplo, como um sistema alternativo para determinar a proximidade jogador(a)-bola e/ou a posse da bola pelo(a) jogador(a), conforme descrito acima. Os sistemas e métodos de acordo com este exemplo da invenção usam um comutador magnético no sapato que se move de acordo com a proximidade do sinal quando os ímãs na bola se aproximam. Como exemplo, conforme mostrado na Figura 93, um comutador do tipo de lâmina pode ser instalado no sapato que faz contato com um contato elétrico instalado no sapato quando uma fonte magnética apresentada na bola induz a parte de lâmina do comutador a mover-se para cima ou para baixo. Quando o ímã na bola está fora da faixa do comutador, a lâmina volta à sua posição neutra, fora de contato. Assim, os dados coletados resultantes dos contatos entre o comutador de lâmina e o contato no sapato podem ser usados para determinar e contar as interações entre a bola e o sapato (e gerar assim informações referentes à proximidade com relação ao sapato e/ou ao contato da bola com o sapato (como, por exemplo, posse, passes, malabarismos, etc.)).

Figura 94 – “Mapa Térmico” de Localização no Campo:

Se desejado, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem produzir um “mapa térmico” de localização no campo que indica onde no campo o(a) jogador(a) gastou o tempo e, opcionalmente, um indicador da quantidade de tempo gasta nessa parte do campo. A Figura 94 mostra um “mapa térmico” de campo exemplar que pode ser gerado com o uso dos sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção. Conforme mostrado na Figura 94, a representação do campo de futebol (que pode ser apresentada em qualquer tipo desejado de dispositivo de exibição, conforme descrito acima, por exemplo) pode incluir diversas zonas ou regiões que indicam onde o(a) jogador(a) gastou seu tempo no decorrer do jogo. As cores das diversas zonas podem indicar a quantidade de tempo gasta dentro dessa zona. Este tipo de informação pode ser útil, por exemplo, para um instrutor ou para o(a) jogador(a), para determinar a excelência com que o(a) jogador(a) permaneceu posicionado(a) e/ou quando/se o(a) jogador(a) gastou o tempo fora da posição desejada ou ótima. Esta informação pode ser também útil como um auxílio para determinar se um(a) jogador(a) ou equipe está em não mais que uma postura de ataque ou defesa. Se desejado, o “mapa térmico” é capaz de exibir o posicionamento do(a) jogador(a) durante todo o jogo ou sessão de prática, durante qualquer parte desejada de um jogo ou sessão de prática e/ou até mesmo comparando o desempenho do(a) jogador(a) de um jogo para o seguinte (superpondo-se um mapa térmico a outro, por exemplo).

Qualquer tipo desejado de sistemas e métodos de determinação de localização de jogador(a) pode ser usado dentro do alcance desta invenção, tal como um GPS. Como outra alternativa, a localização inicial do(a) jogador(a) no campo pode ser introduzida, por exemplo, com o(a) jogador(a) começando em uma localização fixa para sua posição, e em seguida os sistemas e métodos de acordo com os aspectos desta invenção podem rastrear a localização do(a) jogador(a) a partir da localização inicial, como, por exemplo, com o uso de um ou mais de: um acelerômetro, um giroscópio, uma bússola, etc. Ainda como outra alternativa, a localização do(a) jogador(a) pode ser determinada automaticamente no decorrer do jogo, como, por exemplo, observando-se a tendência do(a) jogador(a) em evitar passar das linhas de saída e linhas laterais, as posições e o movimento gerais do(a) jogador(a) no campo podem ser determinados com base nas localizações determinadas aproximadas para as linhas de saída e/ou as linhas laterais. Ainda como outro exemplo, o mapa térmico geral pode ser gerado sem referência a uma localização no campo e depois do fato o(a) usuário(a) pode fixar a localização do mapa térmico com relação a uma representação no campo, com base, por exemplo, no conhecimento da localização aproximada onde eles(as) iniciaram ou terminaram o jogo, com base em sua posição, etc.

Além disso, se desejado, o mapa térmico pode incluir informações referentes à

posse da bola. Como exemplo mais específico, se desejado, um mapa térmico especial pode ser desenvolvido e apresentado para identificar as localizações no campo onde o(a) jogador(a) teve a posse da bola. Este mapa térmico pode incluir cores diferentes para indicar o número de posses da bola no local indicado, o tempo de posse nos locais indicados, etc.

5 Outras Informações:

Conforme observado acima, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção serão capazes de determinar quando a bola é mandada para fora do campo. Os dados para ajudar a avaliar e determinar esta feição podem incluir, por exemplo, dados que indicam que a bola desacelerou, dados que indicam que a bola não está girando (sendo conduzida, por exemplo) ou dados que indicam que a bola está se movendo lentamente (sendo conduzida, por exemplo), etc. Opcionalmente, pode ser necessário que esta atividade de desaceleração, não rotação e/ou movimento lento dure um período de tempo predeterminado (como, por exemplo, pelo menos 2 segundos, pelo menos 3 segundos, etc. Uma vez que foi determinado que a bola está fora do campo, os sistemas e métodos de acordo com esta invenção podem funcionar para trás para subtrair o tempo de posse acumulado (individual ou de equipe, por exemplo) da marca de tempo do chute verificado e registrado anteriormente (isto é, o último chute “dentro do campo”).

Além disso, conforme observado acima, os sistemas e métodos de acordo com pelo menos alguns exemplos desta invenção podem conhecer ou ser capazes de determinar quando dois(duas) jogadores(as) estão localizados(as) bem próximos(as) da bola. Durante este tempo, nem um(a) nem o(a) outro(a) jogador(a) podem ser considerados(as) como estando com a “posse” evidente da bola. Este tempo também pode ser classificado pelos sistemas e métodos de acordo com os exemplos desta invenção como “tempo disputado”. A determinação do “tempo disputado” pode acionar a interrupção no acúmulo de tempo de posse pela equipe e/ou individual (opcionalmente, dependendo de o(a) jogador(a) adversário entrar ou não em contato com bola durante o tempo disputado ou de ser ou não determinado que a parte inicial está de posse da bola, mantém a bola livre de contato com ou fora das proximidades do(a) outro(a) jogador(a) durante o tempo disputado). Um novo “tempo de posse” pode começar (ou para a equipe ou para qualquer indivíduo presente) depois do término do período de “tempo disputado”. Opcionalmente, se desejado, o tempo de posse individual e pela equipe pode continuar durante um período de tempo disputado, como, por exemplo, pelo menos até que o(a) jogador(a) adversário(a) entre em contato com a bola, ou até que o time adversário claramente tome posse da bola. Um tempo disputado pode advir quando dois(duas) jogadores(as) alcançarem uma bola solta ao mesmo tempo ou quase ao mesmo tempo (isto é, quando ninguém teve a posse anterior evidente, tal como quando a bola passa de uma situação de tempo disputado para outra).

Embora muitos sistemas, métodos, feições, métricas e aspectos exemplares desta

invenção tenham sido descritos com referência ao jogo de futebol, os aspectos desta invenção pode ser também estendidos para uso em diversos outros esportes, tais como futebol americano, basquetebol, lacrosse, tênis, baseball, rúgbi, hóquei, hóquei de campo, críquete e golfe.

5 III.Modalidades Exemplares de Etiqueta Passiva para Uso com Sistema de Detecção de Posse Duplicador de Frequência

A Figura 95 mostra uma modalidade exemplar de Etiqueta duplicadora de frequência passiva 9500 que pode ser embutida em um disco de borracha ou bola como, por exemplo, a bola de futebol 1200 mostrada na Figura 12. Com algumas modalidades, a etiqueta 10 9500 funciona a uma frequência básica (fundamental) (de 2,4 GHz, por exemplo) e a uma segunda frequência harmônica que é o dobro da primeira frequência (4,8 GHz, por exemplo). Embora a etiqueta 9500 possa ter um alcance reduzido comparada com uma etiqueta ativa por causa da eficácia de conversão de frequência duplicadora, a etiqueta 9500 tipicamente não requer uma fonte de alimentação externa para o circuito duplicador de frequência 15 9501.

Enquanto a etiqueta 9500, conforme mostrada na Figura 95, duplica a frequência transmitida, uma etiqueta na bola pode transformar a frequência do sinal transmitido de outra maneira predeterminada. Por exemplo, a etiqueta pode triplicar a frequência transmitida ou pode adicionar um deslocamento predeterminado à frequência transmitida.

A etiqueta duplicadora de frequência 9500 compreende uma antena 9502 e um circuito duplicador de frequência 9501. O sistema de monitoramento de desempenho (o sistema 100 mostrado na Figura 1, por exemplo) pode incluir um transceptor embutido em uma chuteira de futebol (o sapato 104 ou no corpo do(a) jogador(a), por exemplo) e a etiqueta duplicadora de frequência 9500 que pode ser embutida em uma bola de futebol. A etiqueta 25 duplicadora de frequência 9500 na bola recebe um sinal do sapato a uma frequência e largura de banda específicas e re-irradia o segundo harmônico do sinal. Quando detectado pelo transceptor no corpo, o retardo de propagação do sinal de segundo harmônico recebido pode ser convertido em outro sinal com uma frequência que é proporcional à distância entre o sapato e a bola. O desempenho do sistema é tipicamente afetado pelo ganho da antena ou antenas na bola e no sapato. De modo a se obter o alcance máximo a qualquer orientação 30 relativa do sapato/bola, a antena 9502 e a antena no sapato devem ter padrões onidirecionais uniformes.

O circuito duplicador de frequência 9501 segue uma relação de lei de quadrado não linear entre a amplitude do sinal e o segundo harmônico gerado. Com esta relação, à medida que o sinal diminui em 10 dB, o sinal de segundo harmônico resultante diminui em 20 dB. 35 Consequentemente, a eficácia da antena é frequentemente importante. O padrão de antena deve ser uniforme para evitar orientações com alcance menor. Os tipos de elementos da

largura de banda larga 'Q' devem ser selecionados de modo a se evitar redução de ganho devida à dessintonização no ambiente de bola de futebol típico.

A Figura 96 mostra uma antena sinuosa de dois elementos 9600 que pode ser incorporada com a etiqueta duplicadora de frequência 9500 de acordo com as modalidades da invenção. Em algumas modalidades, a antena sinuosa 9600 tem uma faixa de frequência ampla e uma estrutura mais plana necessária para encaixe na área de espaço limitado na bola 1200. Conforme mostrado na Figura 96, a antena 9600 compreende os elementos 9601 e 9602 através da alimentação 9603, embora outras modalidades possam utilizar um número diferente de elementos, como, por exemplo, quatro elementos. Um circuito igualador (não mostrado explicitamente) pode ser inserido entre a antena sinuosa 9600 e a etiqueta duplicadora de frequência 9500, em que a antena sinuosa 9600 tem tipicamente uma entrada equilibrada. Entretanto, em algumas modalidades a etiqueta duplicadora de frequência 9500 pode ser diretamente alimentada na antena sinuosa 9600 pelo ajuste da antena 9600 de modo a ter uma impedância suficientemente igualada à da etiqueta 9500.

Em algumas modalidades, a antena sinuosa 9600 tem um diâmetro de aproximadamente 7,62 cm (3 pol); entretanto, a antena pode ser novamente projetada para caber na área de 5,08 cm (2 pol) de diâmetro. Em algumas modalidades, tipos de elemento adicionais foram projetados e simulados de modo a se obterem alternativas para os elementos sinuosos. Uma característica da antena que pode afetar de maneira significativa o desempenho do sistema é a interação entre a impedância de antena da antena 9600 e o circuito duplicador de frequência 9501. Antenas alternativas podem ser projetadas com impedâncias de terminação diferentes tanto à frequência fundamental (de aproximadamente 2,4 GHz) quanto à frequência de segundo harmônico (de aproximadamente 4,8 GHz). Conforme será discutido, tipos de elemento de antena diferentes (como, por exemplo, o dipolo magnético cruzado 9900 e o dipolo em forma de torniquete 10200) podem ser selecionados para implementar uma antena alternativa para a antena 9600.

A Figura 97 mostra um gráfico de antena para uma antena sinuosa de dois elementos a aproximadamente 2,45 GHz de acordo com as modalidades da invenção. O circuito duplicador de frequência 9501 recebe um sinal recebido do elemento de transmissão 110 (mostrado na Figura 1) através da antena 9600 à frequência fundamental.

A Figura 98 mostra um gráfico de antena para uma antena sinuosa de dois elementos a aproximadamente 4,8 GHz de acordo com as modalidades da invenção. O circuito duplicador de frequência 9501 transmite um sinal transmitido para o receptor 108 através da antena 9600 à frequência de segundo harmônico.

A Figura 99 mostra o dipolo fendilhado magnético cruzado 9900 que pode ser incorporado com a etiqueta duplicadora de frequência 9500 de acordo com as modalidades da invenção. O dipolo fendilhado magnético cruzado 9900 incorpora as fendas 9901-904 para

aparecer como uma imagem invertida de uma antena dipolar. Em uma modalidade, o dipolo 9900 tem um perfil baixo com uma espessura de aproximadamente 0,05 mm (0,002 pol), uma impedância característica elevada, uma largura de banda ampla e características onidirecionais. O dipolo magnético cruzado 9900 apresenta tipicamente impedâncias mais elevadas tanto à frequência fundamental quanto à frequência de segundo harmônico, enquanto o dipolo em forma de torniquete (mostrado como 10200 na Figura 102) apresenta tipicamente baixa impedância tanto à frequência fundamental quanto à frequência de segundo harmônico. O elemento de dipolo magnético 9900 é tipicamente menos sensível à variação na impedância devida à presença de superfícies e objetos no campo próximo em comparação com o elemento em forma de torniquete 10200. O elemento sinuoso 9600 apresenta tipicamente impedâncias mais elevadas tanto à frequência fundamental quanto à frequência de segundo harmônico. Entretanto, por causa da compressão para o diâmetro de 5,08 cm (2 pol) de 7,62 cm (3 pol) de diâmetro, a antena sinuosa 9600 apresenta tipicamente uma impedância baixa altamente reativa à frequência fundamental e uma impedância elevada à frequência de segundo harmônico. A impedância à frequência fundamental pode ser compensada pelo acréscimo de componentes de circuito igualador.

A impedância relativa da antena sinuosa 9600 pode ser menos afetada por superfícies e objetos no campo próximo devido a suas características Q baixas de banda larga. A antena sinuosa 9600 apresenta tipicamente o padrão mais onidirecional de ganho total com relação às antenas 9900 e 10200.

A Figura 100 mostra um gráfico de antena para o dipolo fendilhado magnético cruzado 9900 a 2,45 GHz, enquanto a Figura 101 mostra um gráfico de antena para o dipolo fendilhado magnético cruzado 9900 a 4,9 GHz de acordo com as modalidades da invenção.

A Figura 102 mostra o dipolo em forma de torniquete 10200 que pode ser incorporado com a etiqueta duplicadora de frequência 9500, conforme foi discutido anteriormente. A Figura 103 mostra um gráfico de antena a 2,45 GHz e a Figura 104 mostra um gráfico de antena para o dipolo em forma de torniquete 10200 a 4,9 GHz. Em algumas modalidades, o dipolo em forma de torniquete 10200 tem uma espessura de aproximadamente 0,005 mm (0,002 pol), uma largura de 10,76 cm (4,24 pol) e um comprimento de 6,65 cm (2,62 pol).

O circuito duplicador de frequência 9601 pode ser projetado com o uso de diodos de Schottky que têm uma tensão de barreira baixa. Podem ser consideradas várias abordagens que têm eficácias de conversão, complexidades de circuito, tamanhos e impedâncias de terminação diferentes. Por exemplo, um circuito igualador pode ser inserido entre o circuito duplicador 9501 e a antena 9502 de modo a melhor combinar as impedâncias entre o circuito 9601 e a antena 9602 à frequência fundamental e à frequência de segundo harmônico. Os layouts do impacto do desempenho na eficácia de conversão devido à impedância de terminação e à interação entre a antena 9502 e o circuito duplicador de frequência 9601

podem ser determinados por simulação concomitante. A seleção do desenho de duplicação de frequência pode ser baseada em testes de segurança e não na otimização para eficácia de conversão.

5 A construção mecânica da etiqueta duplicadora de frequência 9500 dentro da bola pode ser focalizada na segurança. A segurança da etiqueta 9500 pode ser uma área de preocupação tanto durante a instalação na bola quanto durante o uso. A seleção de materiais e a construção têm tipicamente impacto sobre a segurança. Devido à complexidade do embutimento de uma etiqueta na bola de futebol 1200, máquinas de teste podem ser usadas para induzir falhas e revelar os pontos fracos na construção. Além disto, uma jogada de jogo
10 de futebol pode ser usada como o teste final das etiquetas com o melhor desempenho embutidas em bolas. De modo a se reduzir o número de bolas de futebol necessárias para teste, várias etiquetas com antena podem se instaladas em cada bola.

Os métodos de seleção de material e instalação podem ser áreas importantes na análise da construção. O espaço alocado para a etiqueta 9500 no conjunto de nível de topo
15 de bola de futebol é uma área ligeiramente curvada em um dos painéis de carcaça com um diâmetro inferior a 5,33 cm (2,1 pol). A área de 5,33 cm (2,1 pol) de diâmetro pode passar por flexão e dobramento extremos quando a bola estiver em uso. Dadas estas limitações, o material de placa de circuito impresso (PCB) e os processos de montagem devem ser revis-
tos para implementação. Em algumas modalidades, elementos de antena planares podem
20 ser implementados com uso de métodos de construção de PCB padrão.

Em algumas modalidades, materiais com propriedades, processos, tempo de condução e custo aceitáveis incluem uma PCB FR4 de 0,10 mm (4 mil) de espessura e uma PCB de circuito flex de 0,05 mm (2 mil). As superfícies de base das antenas 9502 não têm componentes e são uma superfície lisa com uma máscara de solda uniforme. Para impedir
25 que juntas soldadas se quebrem durante a flexão da bola, um revestimento de reforço rígido, tal como o produto ResinLab EP965 e/ou um endurecedor de resina, pode ser adicionado à superfície de topo em volta dos componentes. O revestimento de reforço ou endurecedor pode ser tão pequeno quanto possível de modo a se reduzir ao mínimo a tensão induzida durante a flexão e limitar o potencial para falha do reforço. Para atenuar a falha potencial
30 do reforço (deslaminção ou fendilhamento do revestimento de reforço no material da placa de circuito), um material com durômetro mais baixo pode ser usado em algumas modalidades, tal como o Humiseal 1A33 ou Dow Corning 1-1277.

Além disso, o adesivo usado para manter a etiqueta 9500 na carcaça pode induzir deformação durante a flexão do material de etiqueta/revestimento conformável ou pode fender as juntas de solda se o material de PCB esticar. O adesivo pode ser aplicado sobre uma
35 área de superfície pequena de modo a se reduzir ao mínimo a deformação potencial sobre o material de etiqueta ou os trações de cobre. Adesivos possíveis incluem o 3M 300LSE, o

adesivo de epóxi de solda de fita durex 2216, o adesivo de borracha de solda de Fita Durex 1300 ou o Loctite 330. Uma abordagem alternativa que evita deformação potencial transferida do adesivo compreende uma cavidade de pano ou de látex para segurar a antena 9502. A cavidade pode ser feita com um material de construção de bolas e adesivo.

5 A Figura 105 mostra o sistema 10500 para o sistema de monitoramento de desempenho 100 (mostrado na Figura 1) de acordo com as modalidades da invenção. As áreas componentes da arquitetura de transceptor no sapato 104 incluem a seção de rádio 10501, o microcontrolador 10502, o componente de gerenciamento de energia (não mostrado explicitamente) e a antena 1054. A etiqueta 10505 é tipicamente localizada na bola 130, conforme
10 mostrado na Figura 1.

O sistema 100 pode estimar a distância entre a etiqueta 10505 e as antenas de transceptor 10504 transmitindo um sinal para um circuito duplicador de frequência na etiqueta 10505 e processando o sinal com frequência duplicada enviado de volta. O sistema 100 pode incluir uma seção de rádio 10501, que transmite um sinal digitalmente modulado de
15 largura de banda grande para uma antena de banda larga, que reflete alguma parte de volta ao transceptor ao dobro da frequência. O sinal enviado de volta contém tanto modulação digital quanto um deslocamento de frequência. A distância entre as antenas 10504a, 10504b e a etiqueta 10505 é tipicamente proporcional ao deslocamento de frequência. O deslocamento de frequência é convertido em uma frequência de diferença pelo misturador 10506 e
20 pelo segundo harmônico do sinal digitalmente modulado transmitido.

A antena para a etiqueta 10505 pode incorporar a antena 9600, a antena 9900 ou a antena 10200, conforme discutido acima. Entretanto, as antenas 10504a, 10504b podem compreender uma antena de F invertido planar em algumas modalidades. As antenas 10504a, 10504b podem atender a considerações diferentes porque as antenas 10504a,
25 10504b são tipicamente localizadas em uma peça de roupa ou sapato do(a) jogador(a) que tem um ambiente de antena diferente do de uma bola. Por exemplo, a proximidade (que varia tipicamente) do sapato do(a) jogador(a) com relação ao chão pode ser um efeito substancial sobre as características elétricas das antenas 10504a, 10504b.

O orçamento de conexão é tipicamente o cálculo do alcance com o uso de parâmetros tais como a frequência de funcionamento, a perda de percurso RF, larguras de banda,
30 cifras de ruído, potência transmitida, ganhos de antena e modelos de propagação. O orçamento de conexão é usado para determinar as rádio-especificações necessárias para satisfazer o alcance desejado ou para determinar o alcance em consequência dos parâmetros de desempenho do sistema selecionados. A Figura 106 sumariza os cálculos de orçamento de
35 conexão que mostram a SNR com distância para resultados de simulação exemplares.

A seção de rádio 10501 pode ser controlada através de firmware executado em um sistema altamente integrado no componente de microcontrolador baseado em chip 10502.

Por exemplo, o microcontrolador 10502 pode compreender um microcontrolador da família MSP430 com 256 kB de memória flash, 16 kB de memória RAM (que podem ser incluídos como parte do armazenamento de dados não mostrado explicitamente) e embutido no conversor analógico-digital 10514. O microcontrolador 10502 controla a seção de rádio 10501 e armazena os dados que representam a distância entre a etiqueta e as antenas de transceptor. A seção de rádio 10501 pode ser controlada através de uma interface com pacotes de sistema (SPI) e entrada/saída de uso geral (GPIOs). O microcontrolador 10502 pode controlar também um circuito carregador de bateria de íons de lítio. Uma bateria recarregável pode ser selecionada devido ao consumo de corrente e pelo fator de forma leve, compacta existente através de células poliméricas de lítio. A seção de rádio 10501 inclui seções de transmissor e receptor. O transmissor inclui um sintetizador com enlace de travamento de fase, um amplificador de transmissão e vários filtros. O receptor inclui um amplificador de baixo ruído 10515, um misturador de harmônicos 10506, um oscilador local baseado em sintetizador PLL 10507, uma seção IF 10513 e filtros 10511 e 10512.

O sinal processado da seção IF 10513 pode ser digitalizado pelo conversor analógico-digital 10514 e as informações sobre diferença de frequência resultantes (conforme será também discutido) podem ser processadas pelo controlador 10502 para estimar a distância entre o(a) jogador(a) e a bola.

Embora a seção de rádio 10501 combine operações tanto de transmissão quanto de recepção, algumas modalidades podem separar as operações de transmissão das operações de recepção. Em tal caso, antenas separadas podem ser usadas para transmitir (antena 10504a) e para receber (antena 10504b), conforme mostrado na Figura 105, em vez de se usar uma antena comum.

A distância pode ser estimada pela recepção de um sinal retransmitido através da etiqueta duplicadora de frequência 10505. Em algumas modalidades, uma transmissão é enviada do transceptor quando o microcontrolador programa um sintetizador PLL através de uma série de sintonizações de frequência que representam uma modulação de chaveamento por deslocamento de frequência gaussiano (GFSK). O sinal transmitido tem modulação GFSK de banda larga, é centralizado a 2442 MHz, tem uma largura de banda aproximada de 80 MHz e uma potência de saída de aproximadamente 10 mW. Por exemplo, o oscilador de controle variável (VCO) 10507 varre a frequência transmitida de 2402 MHz a 2483 MHz ao longo de uma duração de tempo (de várias centenas de microssegundos, por exemplo) de modo a se gerar um sinal de varredura que pode ser referido como um pio.

Com um ambiente de vários(as) jogadores(as), é tipicamente desejável evitar a superposição de pios gerados por diferentes transceptores, em que cada transceptor é associado a um(a) jogador(a) diferente. Se os pios para diferentes jogadores(as) se superpuserem, os sinais de retorno resultados podem interagir uns com os outros, provocando um erro

na determinação da frequência de diferença correta e, conseqüentemente, na distância estimada até a bola. As modalidades da invenção podem usar abordagens diferentes para prevenção de colisão, inclusive a aleatorização da geração de pios de modo a se reduzir a probabilidade de colisões.

5 A transmissão irradiada é retransmitida através da etiqueta duplicadora de frequência passiva 10505. O segundo harmônico do sinal é recebido e centralizado a 4884 MHz. Conseqüentemente, a etiqueta 10505 duplica a frequência transmitida do sinal de varredura da seção de rádio 10501.

10 Nas modalidades da invenção, a seção de rádio 10501 transmite o sinal de varredura através do percurso de transmissão 10551 para a etiqueta 10505 e recebe simultaneamente um sinal da etiqueta 10505 através do percurso de recepção 10552 (isto é, operação de full duplex) em contraste com sistemas tradicionais, nos quais um pio completo deve ser transmitido antes do processamento do sinal enviado de volta. Na modalidade exemplar mostrada na Figura 105, o sinal de varredura é transmitido através do amplificador 10510 enquanto o sinal enviado de volta é simultaneamente recebido.

O sinal recebido na seção de rádio 10501 é amplificado pelo amplificador de baixo ruído (LNA) 10515 e filtrado pelo filtro 10516 e pelo filtro 10517. O sinal amplificado é convertido de maneira descendente para a banda base e o circuito IF através da multiplicação no misturador de sub-harmônicos com a saída do sintetizador PLL. Em algumas modalidades, o circuito IF tem uma largura de banda de 200-50000 Hz com uma característica de alta passagem começando a 200 Hz e compreende quatro OPAMPs de potência muito baixa em uma configuração de Chave de Butterworth Sallen de baixa passagem de 4ª ordem com um ganho aproximado de 57 dB.

25 A estimativa volumétrica do layout baseado no diagrama de blocos 10500 pode ser calculada supondo-se microvias e seleções de componentes compactos. O layout do diagrama de blocos 10500 pode incluir alguns conectores de grande porte para carregar firmware, extrair dados e depurar que podem ser necessários em uma versão final e podem não ser incluídos na estimativa volumétrica. Dimensões exemplares para a PCB são aproximadamente 2,54 cm (1 pol) por 2,54 cm (1 pol) por 7,62 mm (0,3 pol). Se forem incluídos conectores, o volume interno pode ser 2/3 mais elevado. Itens não incluídos na estimativa volumétrica são a antena e o recinto. A bateria recarregável pode ser de aproximadamente 2,54 cm (1 pol) por 1,27 cm (0,5 pol) por 7,62 mm (0,3 pol).

35 A Figura 107 mostra um fluxograma 10700 que pode ser executado pelo sistema 10500 conforme mostrado na Figura 105 de acordo com as modalidades da invenção. Em algumas modalidades, o VCO 10507 altera de maneira independente a frequência do sinal transmitido em uma série predeterminada de alterações de frequência uma vez iniciadas pelo controlador 10502. As modalidades da invenção podem utilizar características de sinto-

nização de frequência diferentes, que incluem uma função linear, exponencial ou gaussiana. Em algumas modalidades, contudo, o controlador 10502 pode controlar diretamente o VCO 10507 de modo a gerar a frequência transmitida.

5 Alguns ou todos os blocos 1071-10706 podem ser executados sequencialmente ou podem ser executados em paralelo.

O controlador 10502 pode instruir o VCO 10507 para iniciar o pio no bloco 10701. Conforme discutido anteriormente, a geração do pio pode ser aleatorizada de modo a se reduzir a probabilidade de um pio ser gerado por um transceptor associado a um(a) jogador(a) diferente em um ambiente de vários(as) jogadores(as). A seção de rádio 10501
10 transmite consequentemente o sinal de varredura para a etiqueta 10505 no bloco 10702 e recebe simultaneamente o sinal enviado de volta da etiqueta 10505 no bloco 10703. Por causa do tempo de propagação entre a seção de rádio 10501 e a etiqueta 10504, a frequência transmitida duplicada é diferente da frequência recebida.

No bloco 10704, a seção de rádio 10501 compara a frequência do sinal enviado de volta da etiqueta 10505 com a frequência de varredura duplicada atual de modo a obter a
15 diferença de frequência.

A execução dos blocos 10702-10704 continua ao longo da duração de tempo em que pio ocorre, conforme determinado pelo bloco 10705. Quando a varredura tiver sido completada, as informações sobre diferença de frequência são usadas para determinar a
20 distância (proximidade) entre o(a) jogador(a) e a bola no bloco 10706 com base nas Eqs. 1-3, conforme será discutido. Por exemplo, o valor médio da diferença de frequência ao longo da duração de tempo de medição pode ser usado para estimar a distância entre o(a) jogador(a) (que corresponde à seção de rádio 10501) e a bola (que corresponde à etiqueta 10505). Pode ser obtida uma série de medições da diferença de frequência. Quando a variabilidade das medições de diferença de frequência é maior que um limite predeterminado, o
25 processo 10700 pode determinar que a estimativa de proximidade não é aceitável e pode gerar outro pio de modo a se repetir o processo 10700.

Uma vez enviado o pio e a proximidade estimada, o processo 10700 pode ser repetido para atualizar a proximidade estimada.

30 A alteração de frequência pode ser efetuada em uma base contínua ou descontínua. Por exemplo, a frequência transmitida pode ser aumentada de maneira linear ao longo de uma duração de tempo predeterminada com o uso da relação seguinte:

$$F_{\text{transmitida}}(t) = f_0 + \alpha t \quad (\text{EQ. 1})$$

onde f_0 é a frequência inicial e α é alteração de frequência ao longo da duração de
35 tempo predeterminada. A etiqueta 10505 envia de volta um sinal recebido no qual a frequência recebida do sinal transmitido é duplicada. Dando conta do tempo de propagação unidirecional (T) entre as antenas 10504 e 10505:

$$f_{\text{recebida}}(t) = 2f + \alpha(t+2T) \quad (\text{EQ. 2})$$

A frequência do sinal transmitido é duplicada ($f_{2,t}(t)$), o que representa o segundo harmônico do sinal atualmente transmitido), e é misturada com o sinal recebido (que corresponde à EQ. 2) pelo misturador 10506 de modo a se obter uma diferença de frequência :

$$f_{2,t}(t) = f_{\text{recebida}}(t) = 4 \alpha T \quad (\text{EQ. 3})$$

Embora as EQs. 1-3 modelem um processo contínuo, algumas modalidades podem alterar a frequência transmitida como um processo descontínuo, onde a frequência de varredura (transmitida) é incrementada Δ a cada incremento de tempo $t_{i+1} - t_i$. Em vez de determinarem a diferença de frequência com o uso da EQ. 3, algumas modalidades podem usar uma tabela de busca predeterminada, que é representada pela Tabela 1, onde os dados que representam a Tabela 1 são armazenados na memória. Consequentemente, o controlador 10502 pode determinar a diferença de frequência e usar o valor para procurar o tempo de propagação T . A distância entre o(a) jogador(a) e a bola pode ser então determinada a partir do tempo de propagação determinado.

TABELA 1: TEMPO DE PROPAGAÇÃO COMO UMA FUNÇÃO DA DIFERENÇA DE FREQUÊNCIA

TEMP PROP.	DIF DE FRE- QUÊNCIA = Δ_1	DIF DE FRE- QUÊNCIA = Δ_2	DIF DE FRE- QUÊNCIA = Δ_3	DIF DE FREQUÊN- CIA = Δ_4
t_1	T_1			
t_2	T_1	T_2		
t_3	T_1	T_2	T_3	
t_4	T_1	T_2	T_3	T_4

Em algumas modalidades, em vez de se obter o tempo de propagação a partir da diferença de frequência, a distância entre a etiqueta (que corresponde à bola) e o transceptor (que corresponde ao(a) jogador(a) pode variar por experimentação. A diferença de frequência correspondente pode ser observada sem conhecimento específico das características de multipercurso entre o transceptor e a etiqueta. As informações experimentais podem ser posteriormente usadas quando se monitora o desempenho do(a) jogador(a) durante as atividades atléticas.

IV. Conclusão

A presente invenção é descrita acima e nos desenhos anexos com referência a diversas estruturas, feições, elementos exemplares e combinações de estruturas, feições e elementos. A finalidade servida pela revelação, contudo, é a de fornecer exemplos das diversas feições e conceitos relacionados com a invenção, não para limitar o alcance da invenção. Os versados na técnica relevantes reconhecerão que numerosas variações e modificações podem ser feitas nas modalidades descritas acima dentro do alcance da presente

invenção, definido pelas reivindicações anexas. Por exemplo, as diversas feições e conceitos descritos acima com referência às Figuras 1-107 podem ser usados individualmente e/ou em qualquer combinação ou sub-combinação dentro do alcance desta invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para determinar proximidade entre um(a) jogador(a) e uma bola em um jogo, o sistema **CARACTERIZADO** por compreender:

um transceptor localizado no(a) jogador(a), o transceptor configurado para:

5 (a) enviar um sinal de varredura a uma rádio-etiqueta, o sinal de varredura tendo uma frequência de varredura que se altera de acordo com um padrão predeterminado;

a rádio-etiqueta localizada na bola, a rádio-etiqueta configurada para:

(a) receber o sinal de varredura; e

10 (b) gerar um sinal de retorno a uma frequência diferente da frequência de varredura; e

o transceptor também configurado para:

receber simultaneamente o sinal de retorno enquanto se envia o sinal de varredura;

determinar uma diferença de frequência entre o sinal de retorno e a frequência atual

15 do sinal de varredura; e

aproximar-se da distância entre o(a) jogador(a) e a bola com base na diferença de frequência.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a rádio-etiqueta compreende:

20 um circuito duplicador de frequência configurado para gerar o sinal de retorno à frequência diferente enquanto recebe simultaneamente o sinal de varredura, em que a frequência diferente equivale ao dobro da frequência de varredura.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a rádio-etiqueta compreende também:

25 uma antena para receber à frequência de transmissão e transmitir ao dobro da frequência de varredura.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o transceptor compreende:

30 um misturador configurado para misturar o sinal de retorno com um segundo harmônico do sinal de varredura.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a antena compreende um dipolo fendilhado magnético em cruz.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o transceptor compreende também:

35 um filtro que tem uma largura de banda para acomodar uma saída de misturador gerada pelo misturador.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o

transceptor é também configurado para:

determinar quando se iniciar o sinal de varredura para reduzir a interferência de outro transceptor, o outro transceptor associado a outro(a) jogador(a).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o transceptor é também configurado para:

quando a variabilidade das medições da diferença de frequência for maior que um limite predeterminado, gerar um sinal de varredura subsequente para aproximar-se da distância entre o(a) jogador(a) e a bola.

9. Método para determinar a distância entre um(a) jogador(a) e uma bola em um jogo, o método **CARACTERIZADO** por compreender:

iniciar a transmissão de um sinal de varredura para uma rádio-etiqueta na bola, a frequência de varredura do sinal de varredura se alterando de acordo com um padrão predeterminado;

receber simultaneamente um sinal de retorno da rádio-etiqueta enquanto o sinal de varredura é transmitido;

comparar a frequência recebida do sinal de retorno com a frequência de varredura atual de modo a se obter uma diferença de frequência; e

estimar a distância entre o(a) jogador(a) e a bola a partir da diferença de frequência.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a comparação compreende:

duplicar a frequência de varredura atual de modo a se obter um sinal de segundo harmônico; e

misturar o sinal de segundo harmônico com o sinal de retorno de modo a se obter uma saída de misturador, a saída de misturador onde a diferença de frequência.

11. Método, de acordo com a reivindicação 9, o método **CARACTERIZADO** por compreender também:

determinar quando se iniciar o sinal de varredura de modo a se reduzir a interferência de outro transceptor, o outro transceptor associado a outro(a) jogador(a).

12. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estimação compreende:

determinar a distância estimada entre o(a) jogador(a) e a bola a partir de uma série de medições da diferença de frequência.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, o método **CARACTERIZADO** por compreender também:

quando a variabilidade da série de medições for maior que um limite predeterminado, gerar um sinal de varredura subsequente para aproximar-se da distância entre o(a) jo-

gador(a) e a bola.

14. Aparelho para estimar a distância entre um(a) jogador(a) e uma bola, o aparelho localizado no(a) jogador(a), o aparelho **CARACTERIZADO** por compreender:

uma seção de rádio configurada para:

5 enviar um sinal de varredura a uma rádio-etiqueta, o sinal de varredura tendo uma frequência de varredura que se altera de acordo com um padrão predeterminado;

receber simultaneamente um sinal de retorno de uma rádio-etiqueta localizada na bola enquanto o sinal de varredura é enviado; e

10 obter uma diferença de frequência entre o sinal de retorno e a frequência de varredura atual do sinal de varredura; e

um processador configurado para:

aproximar-se da distância entre o(a) jogador(a) e a bola com base na diferença de frequência.

15 15. Equipamento, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** por compreender também:

um misturador configurado para misturar o sinal de retorno de sinal com um segundo harmônico do sinal de varredura.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** por compreender também:

20 um filtro que tem uma largura de banda para acomodar uma saída de misturador gerada pelo misturador.

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador é também configurado para:

25 determinar quando se iniciar o sinal de varredura para reduzir a interferência de outro aparelho, o outro aparelho associado a outro(a) jogador(a).

18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador é também configurado para:

determinar a distância estimada entre o(a) jogador(a) e a bola a partir de uma série de medições da diferença de frequência.

30 19. Método, de acordo com a reivindicação 18, o método **CARACTERIZADO** por compreender também:

quando a variabilidade da série de medições for maior que um limite predeterminado, gerar um sinal de varredura subsequente para aproximar-se da distância entre o(a) jogador(a) e a bola.

35 20. Rádio-etiqueta localizada em uma bola para determinar a distância entre um jogador e a bola em um jogo, a rádio-etiqueta **CARACTERIZADA** por compreender:

uma antena para receber a uma frequência de varredura e para transmitir do dobro

da frequência de varredura; e

um circuito duplicador de frequência configurado para:

receber um sinal de varredura através da antena de um aparelho localizado no(a) jogador(a); e

- 5 gerar simultaneamente um sinal de retorno ao dobro da frequência de varredura através da antena enquanto o sinal de varredura é recebido.

21. Rádio-etiqueta, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a antena compreende um dipolo fendilhado magnético em cruz.

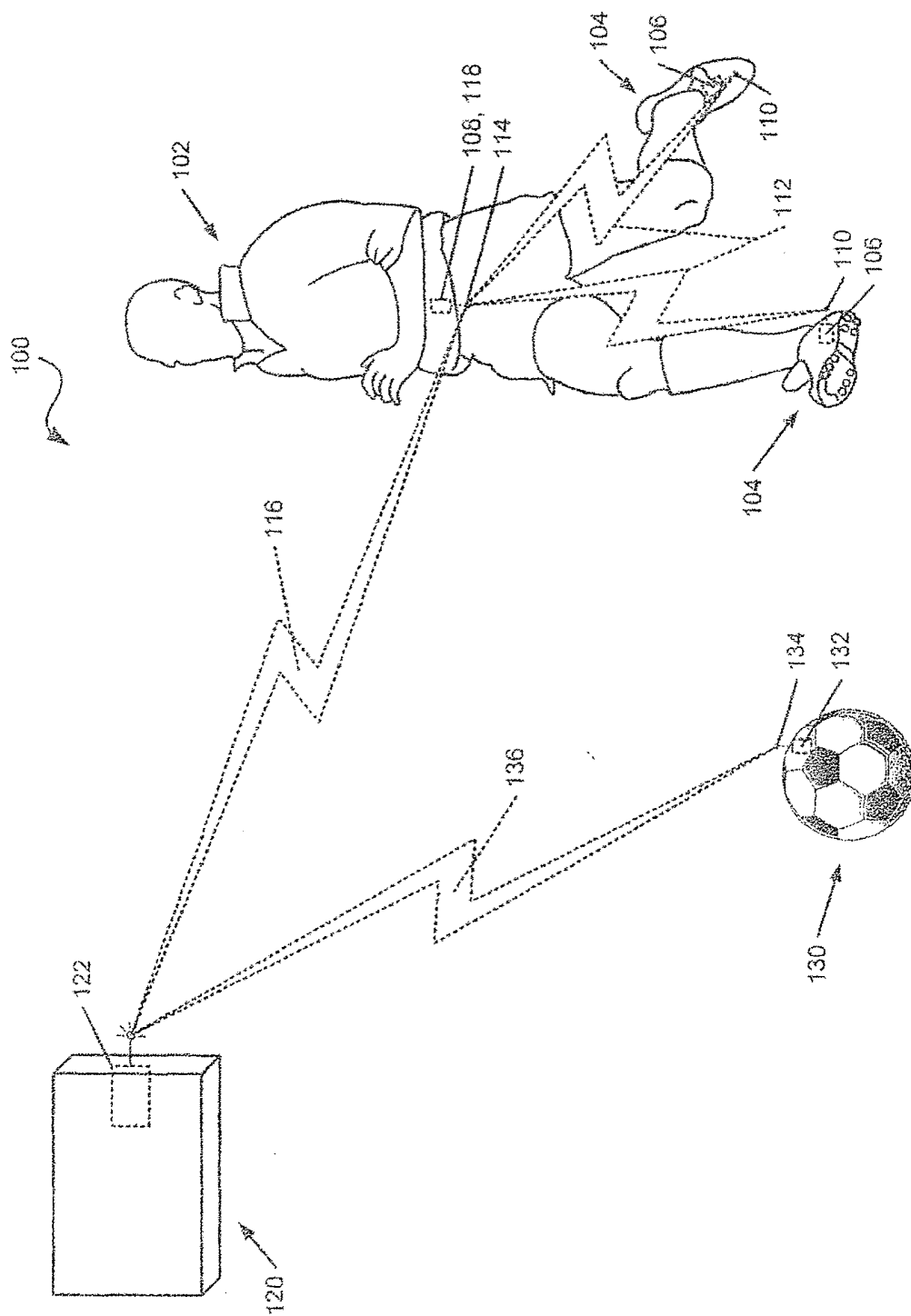
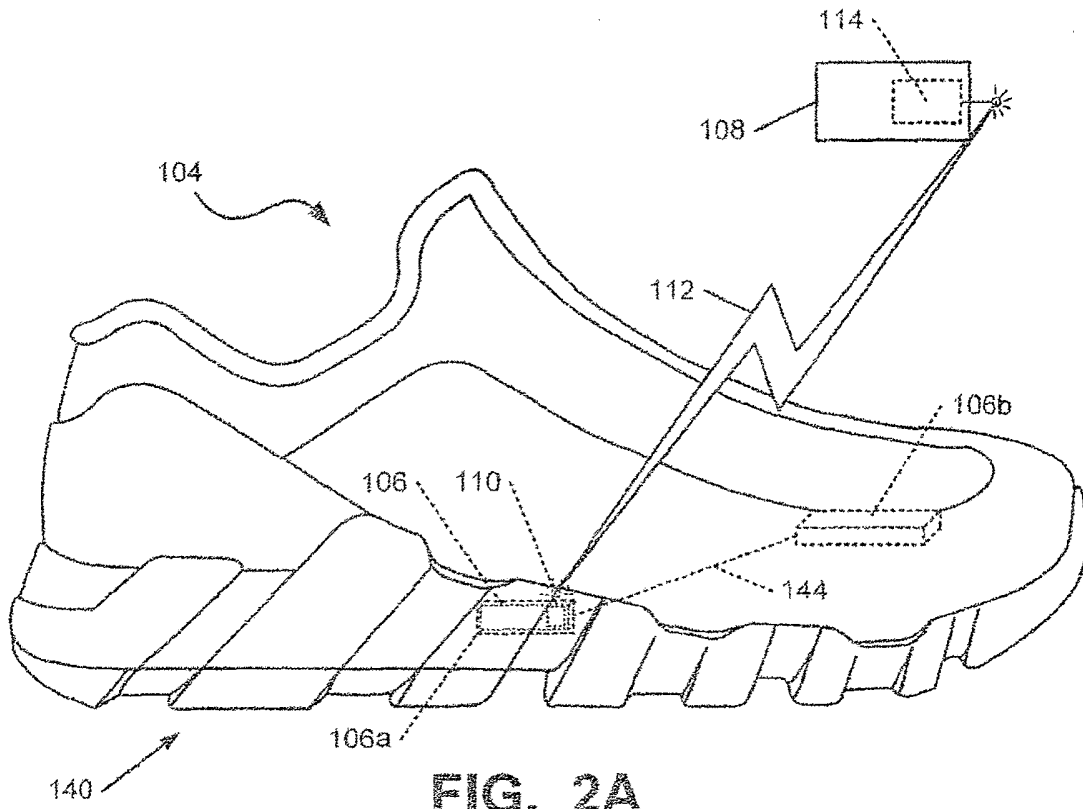
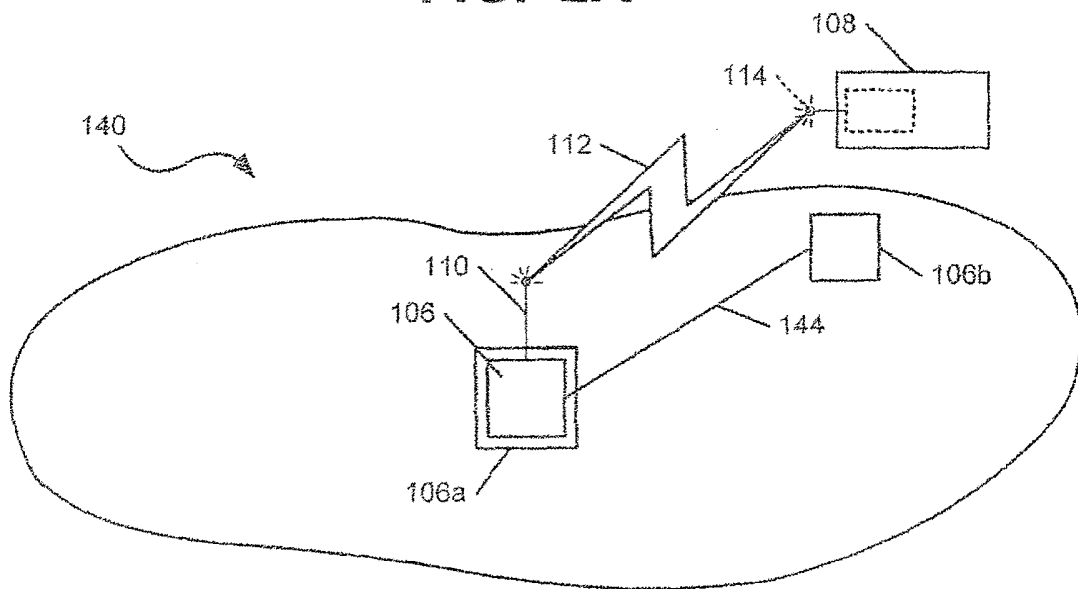
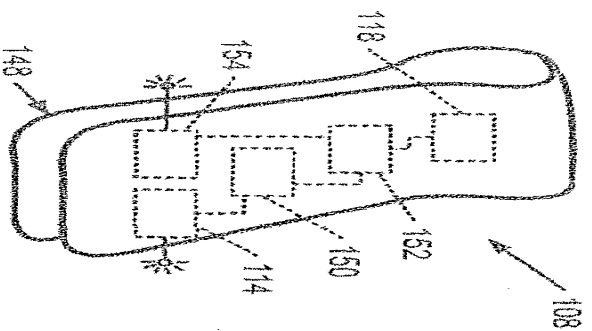
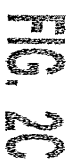
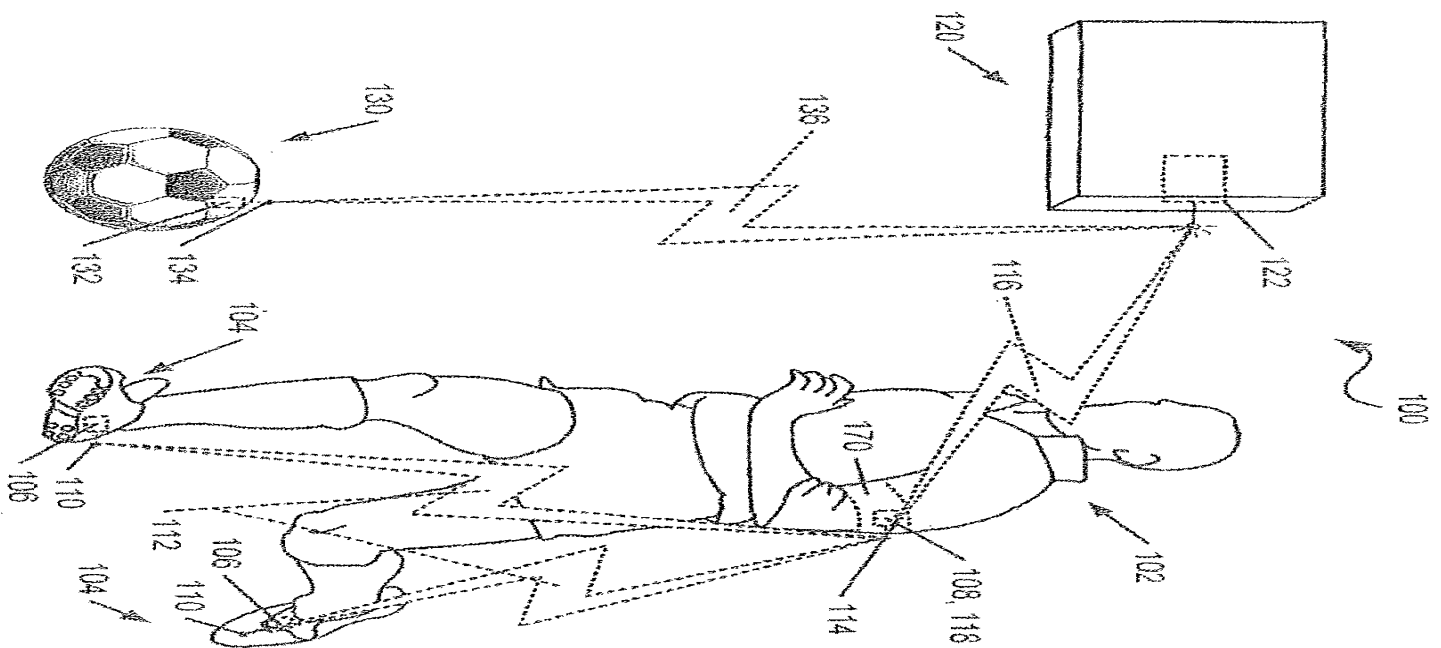
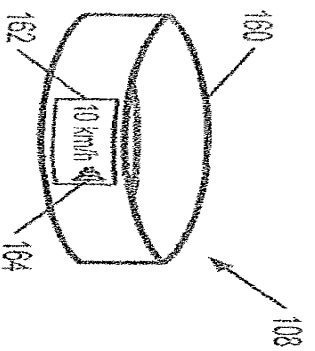


FIG. 1

**FIG. 2A****FIG. 2B**



THE
G
S

THE
G
S
H

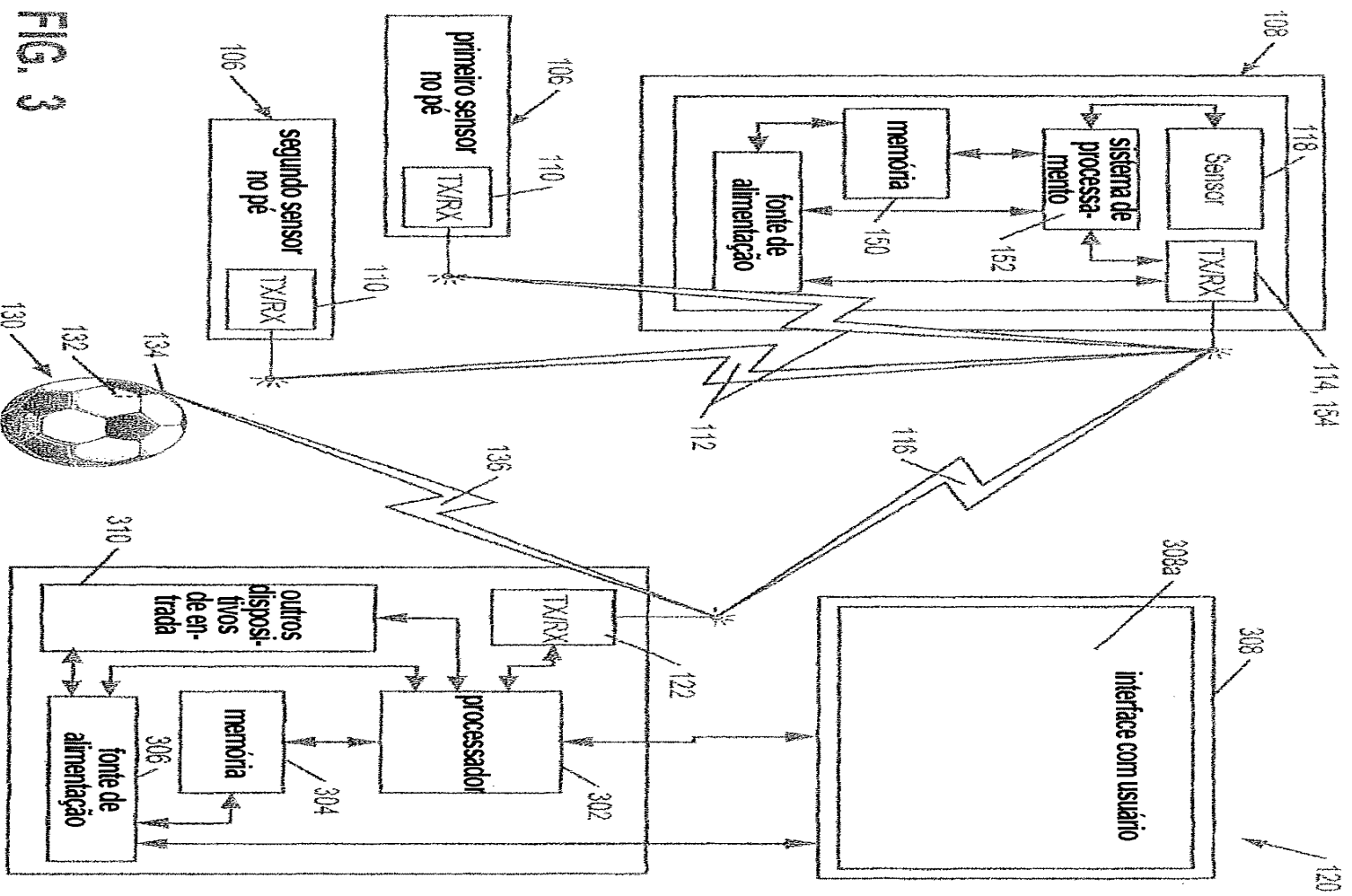


FIG. 3

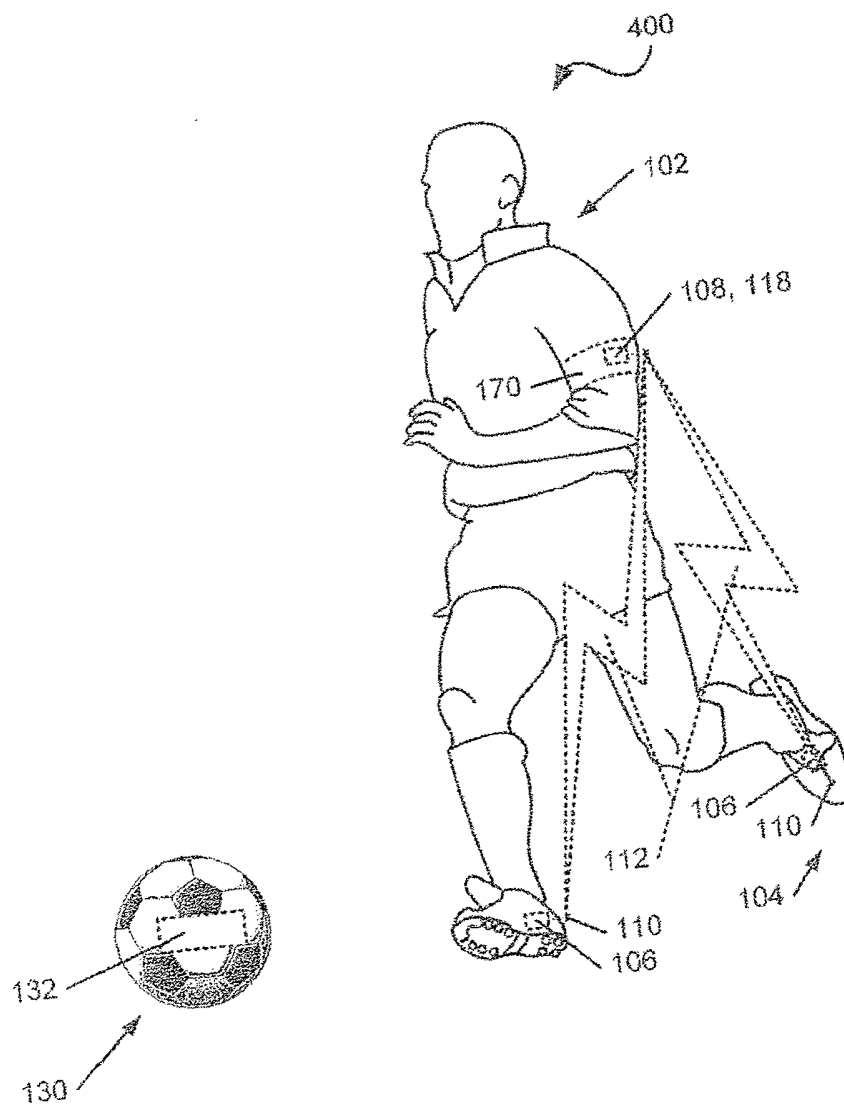


FIG. 4

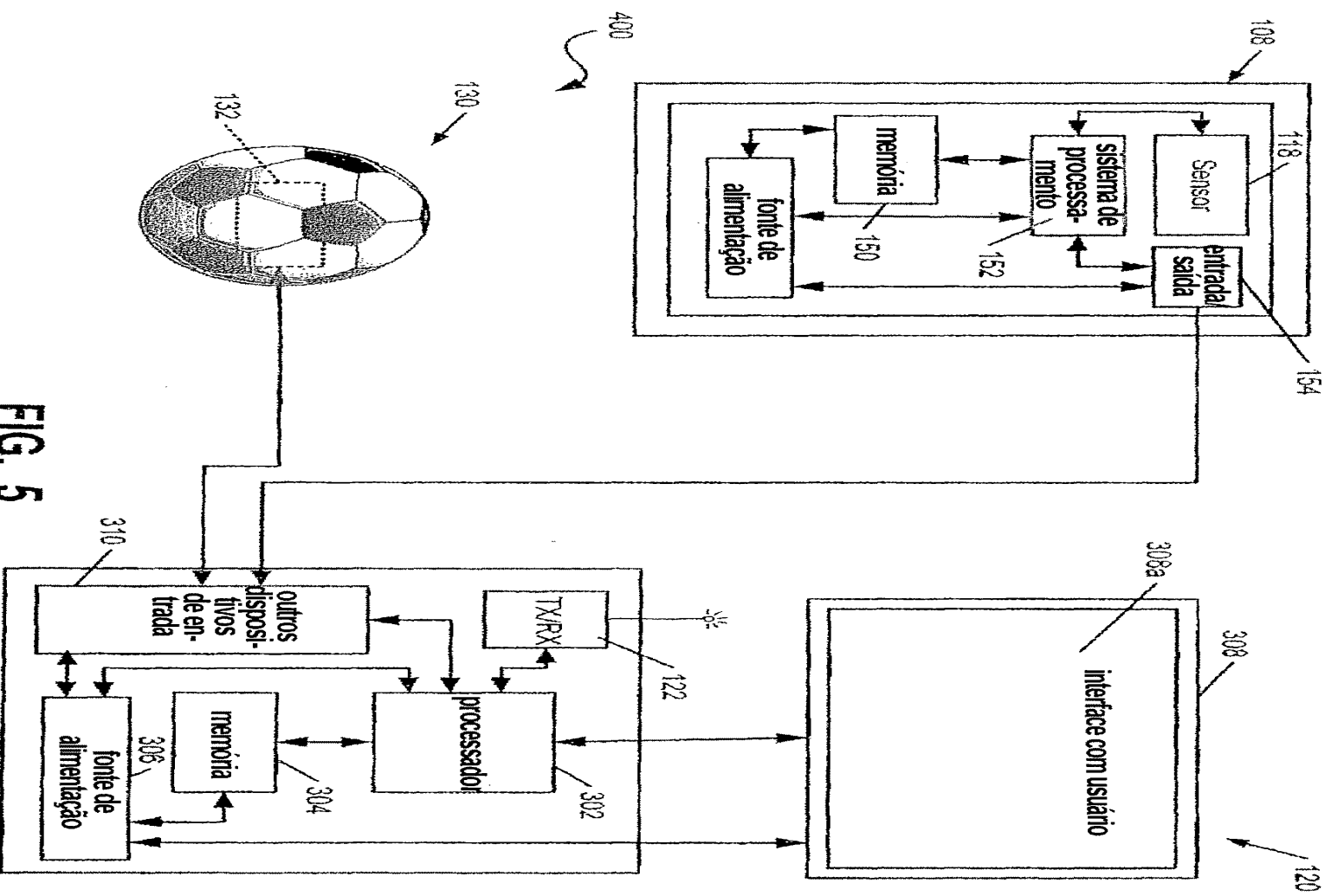


FIG. 5

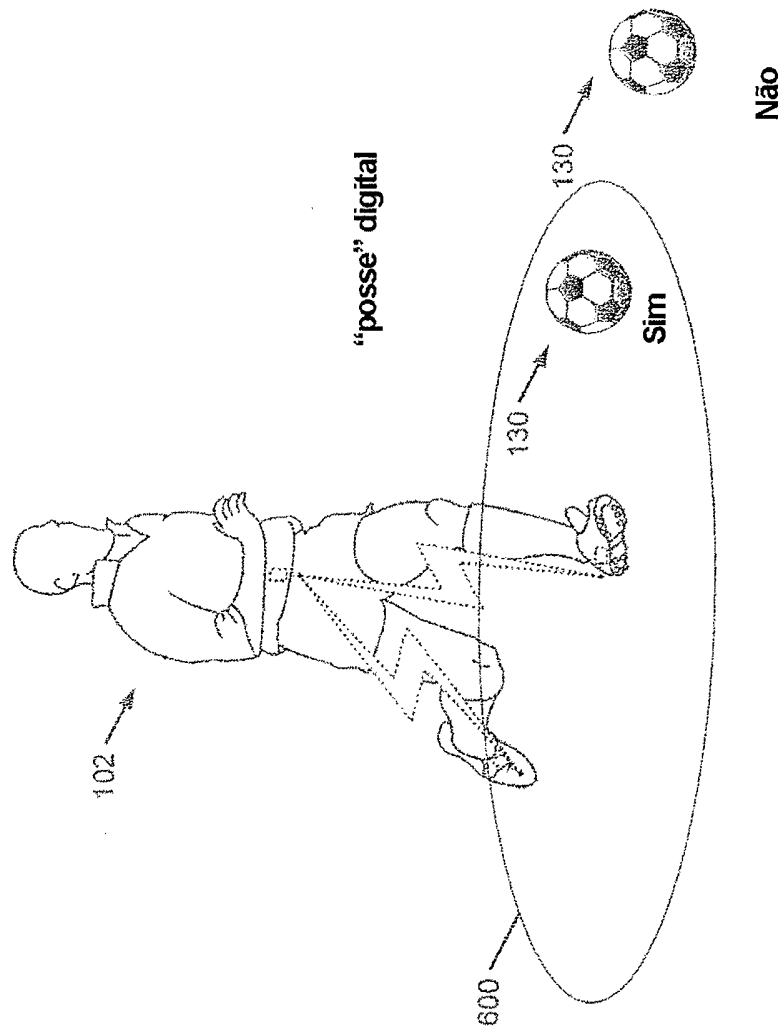


FIG. 6

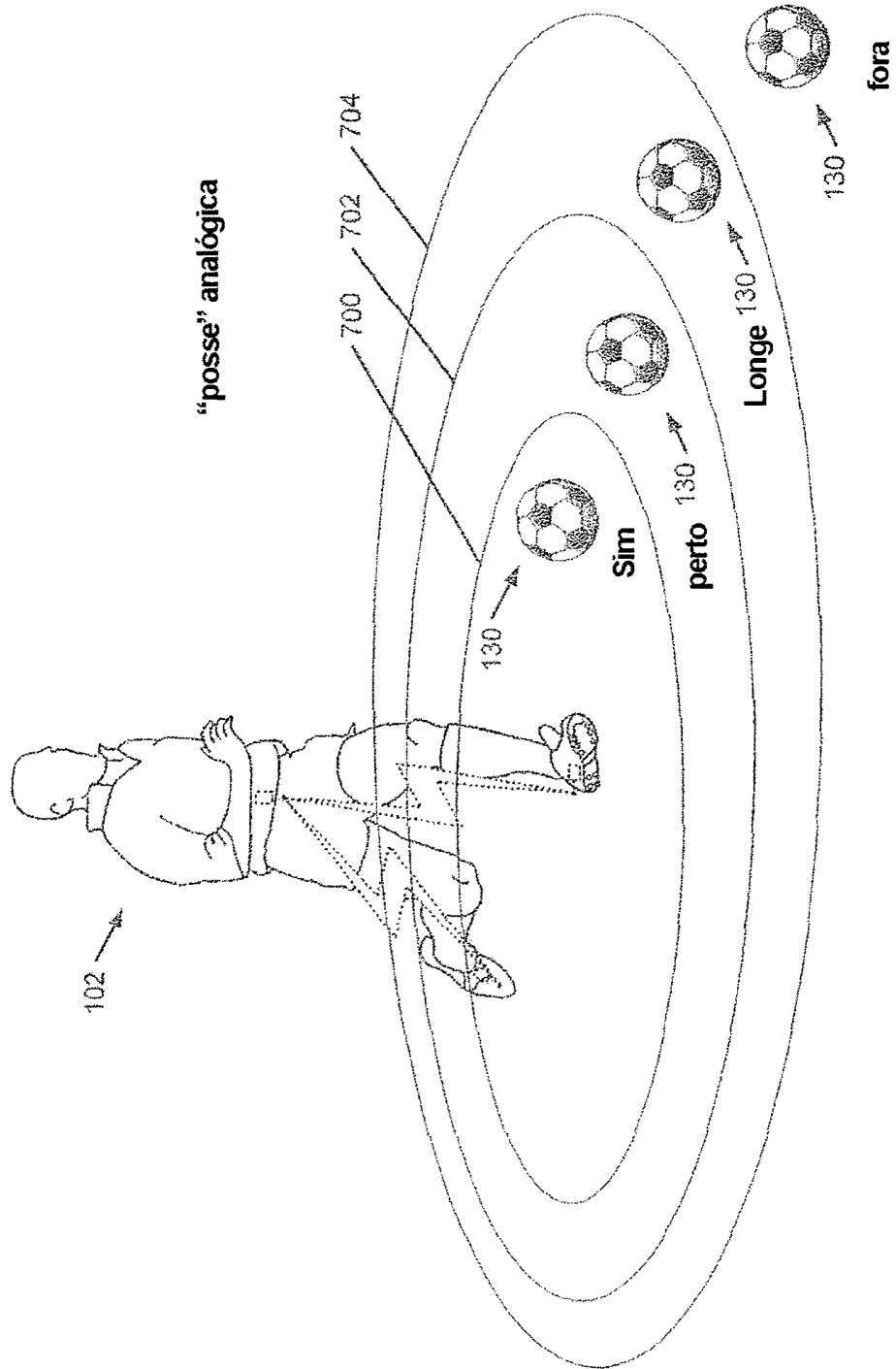


FIG. 7

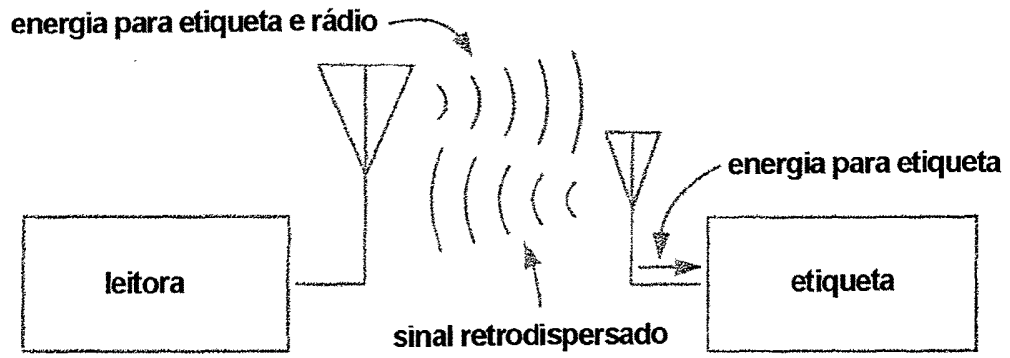


FIG. 8A

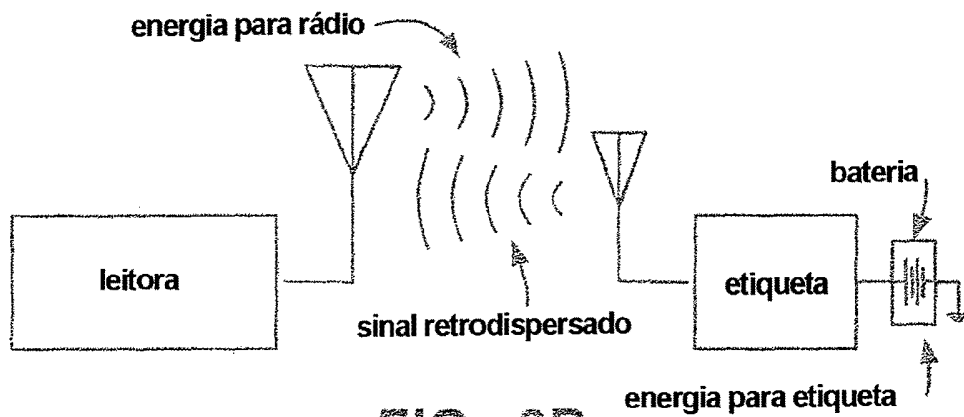


FIG. 8B

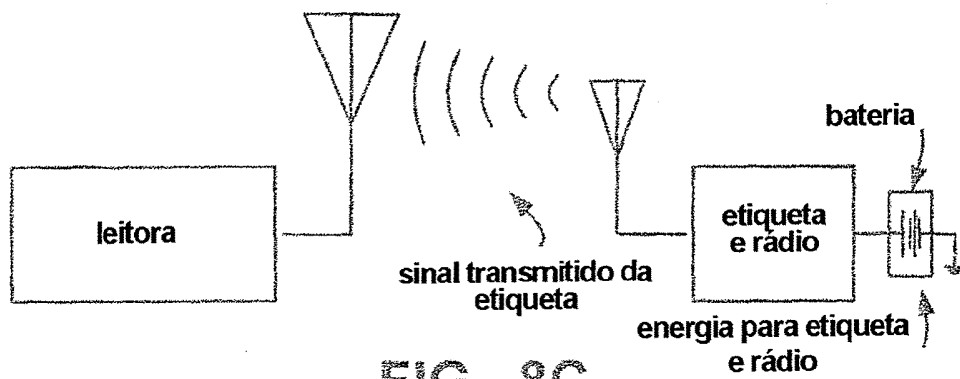


FIG. 8C

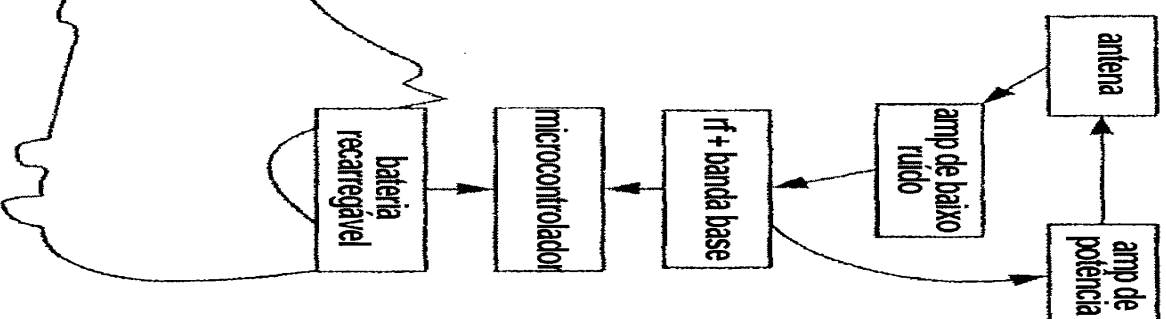
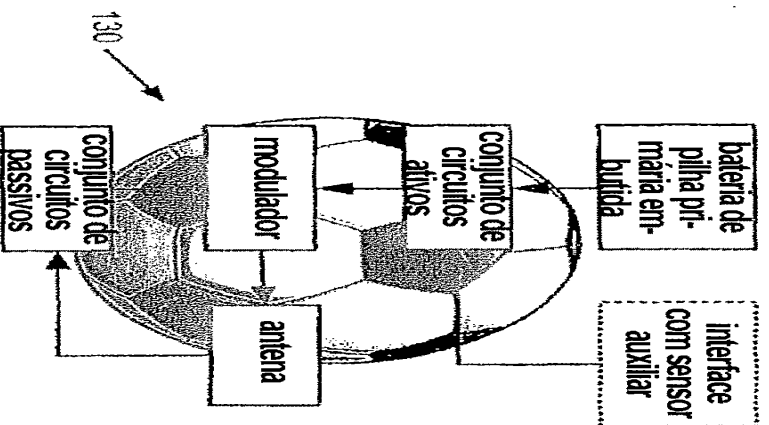


FIG. 9

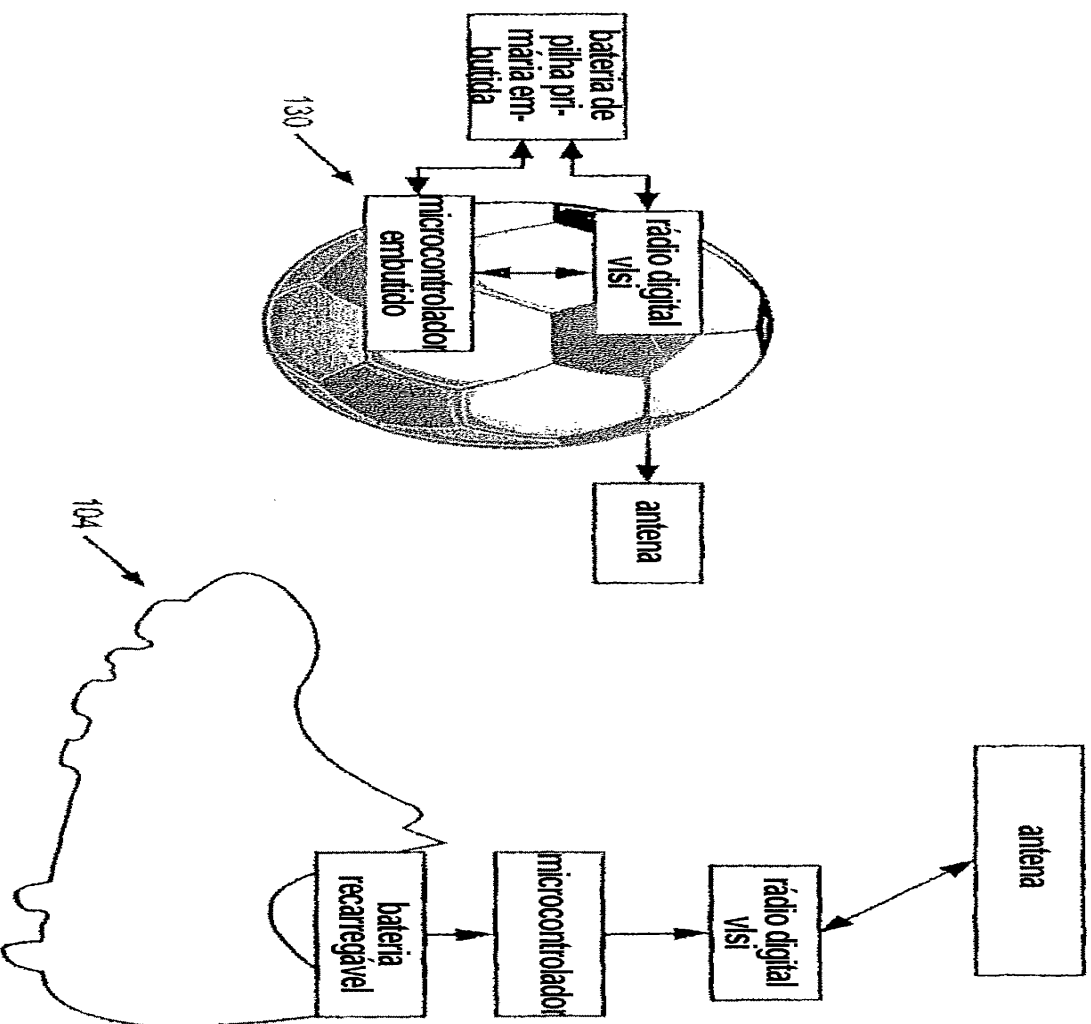


FIG. 10

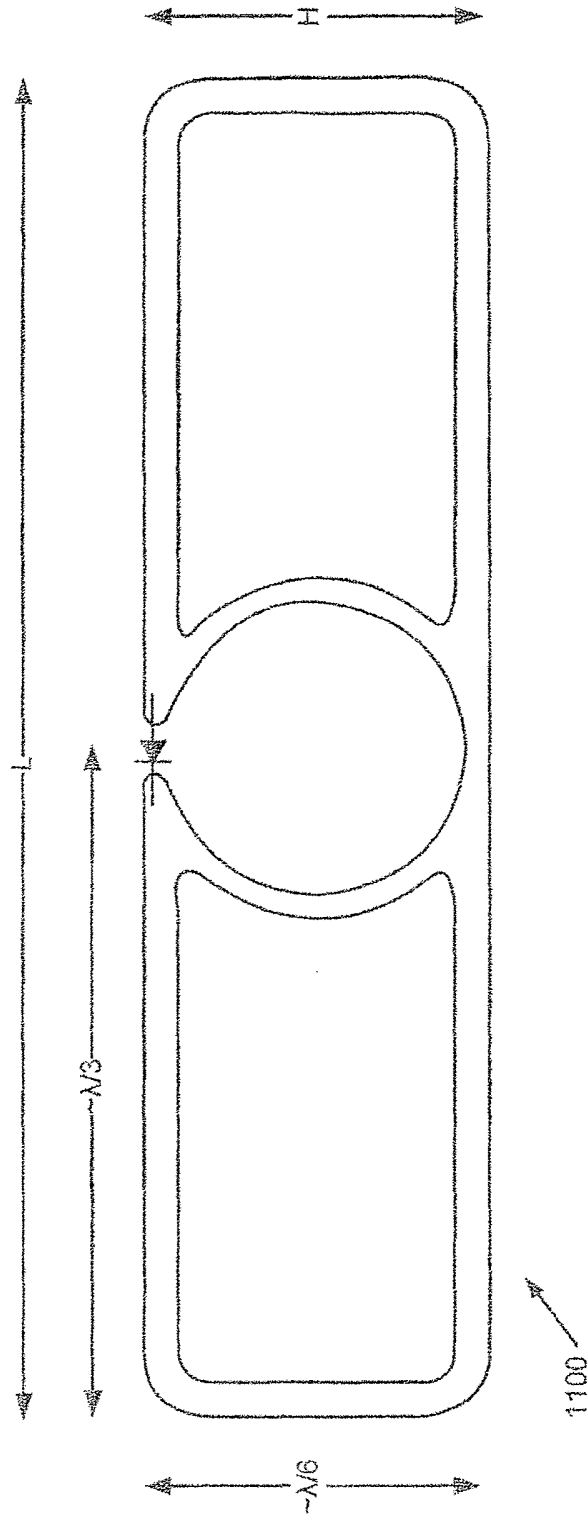


FIG. 11

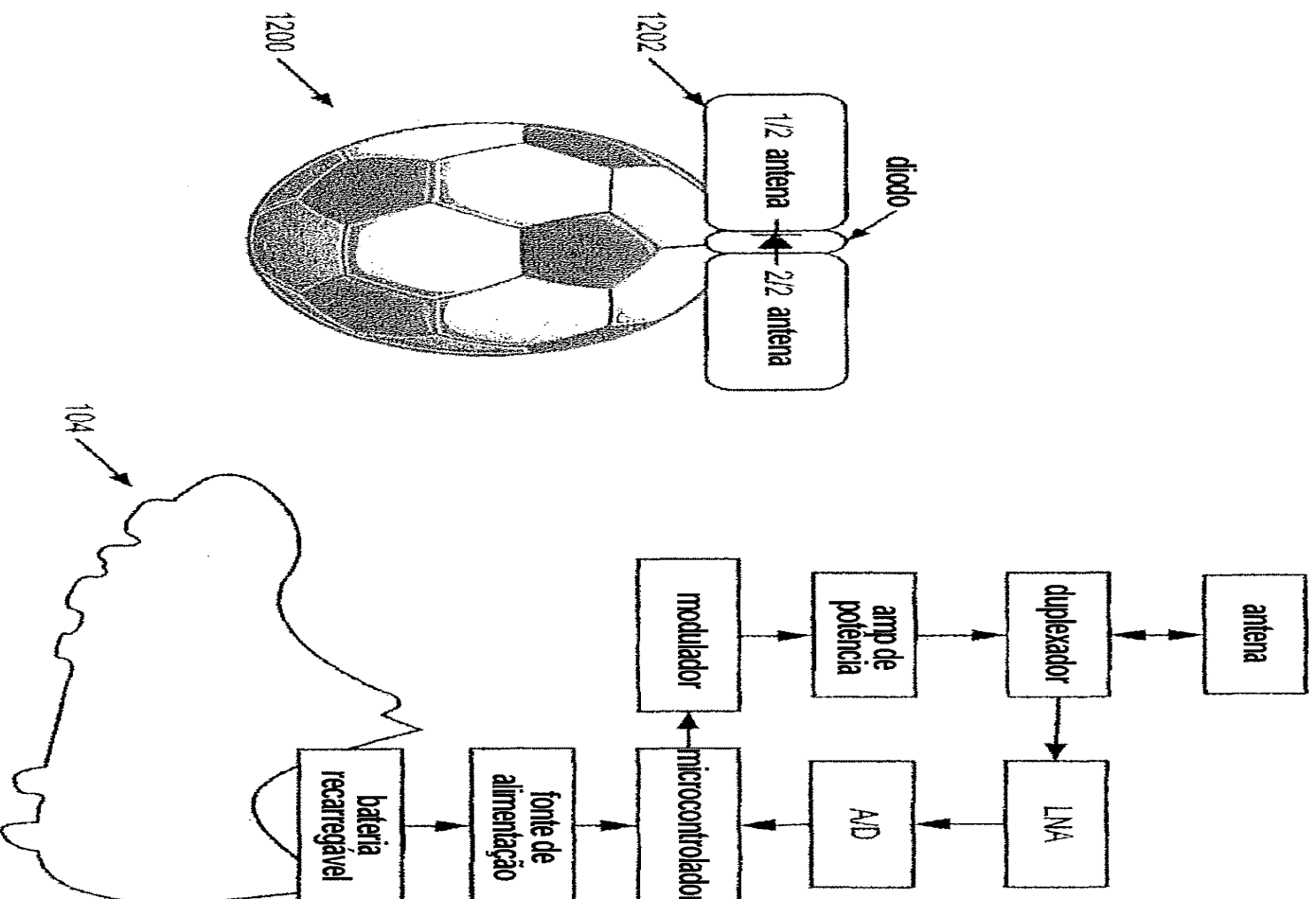


FIG. 12

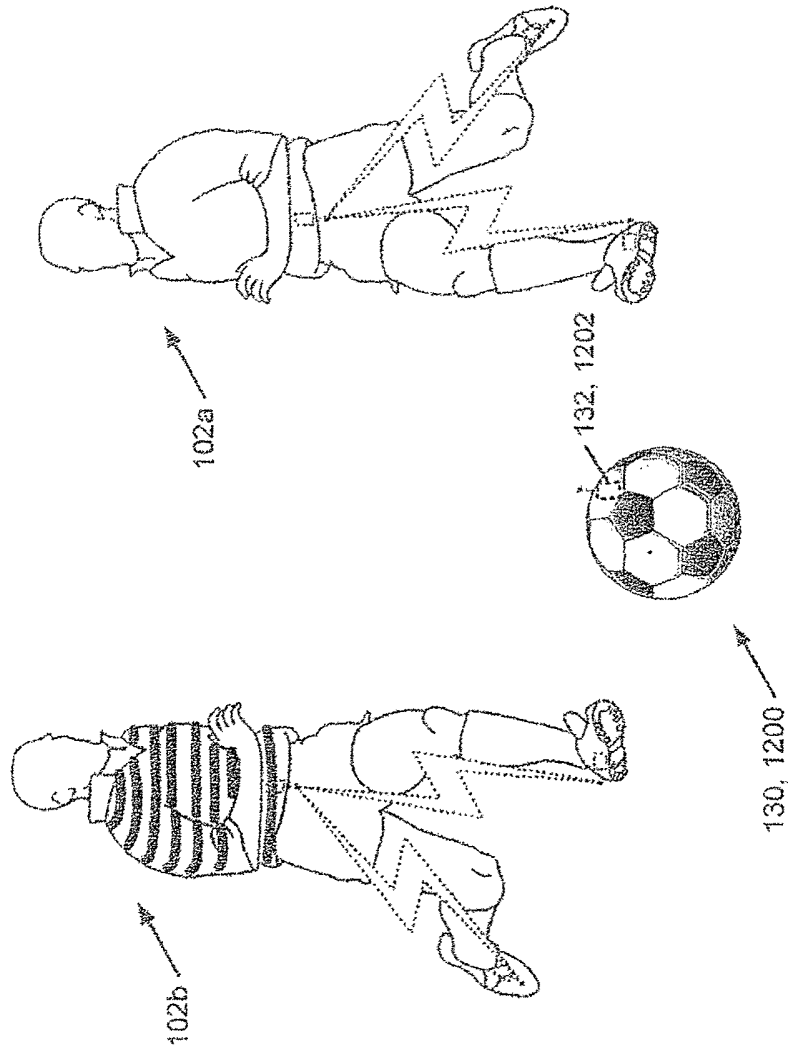


FIG. 13

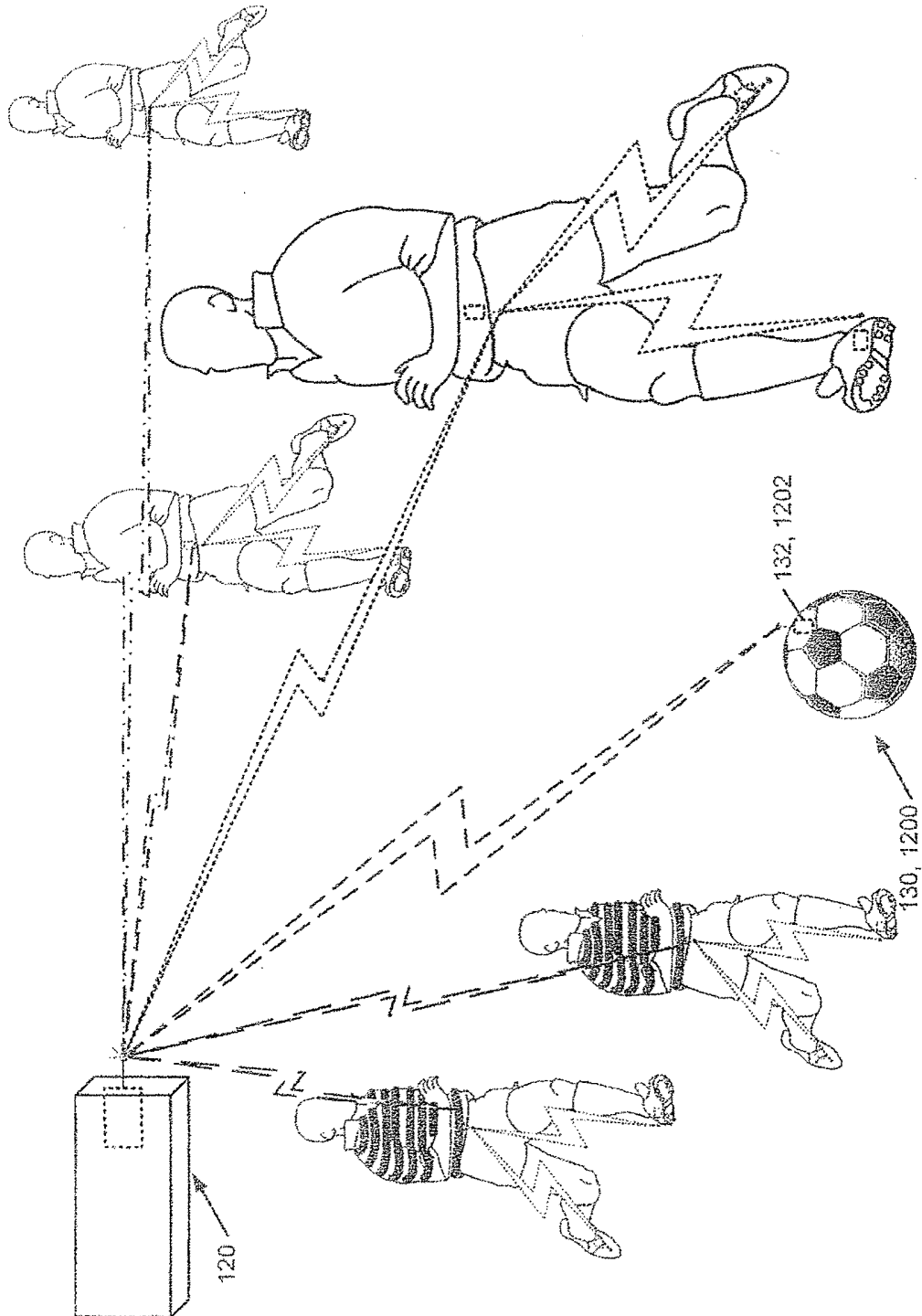


FIG. 14

Player A		Total Games: 24	Total Mins: 2032	Top Speed: 17.3 km/h	Top Speed on Ball: 16.2 km/h
Game No.: 24		Select New Game			
Speed					17.2 Km/h
Speed On Ball					15.2 Km/h
No. of Sprints					86 Sprints
Kick Power					85.6 Km/h
<p>Gamefile</p> <p>Distance: 5.4 km Time Played: 92 min No. of Possessions: 54</p> <p>60:00 70:00 80:00 90:00</p>					

1600

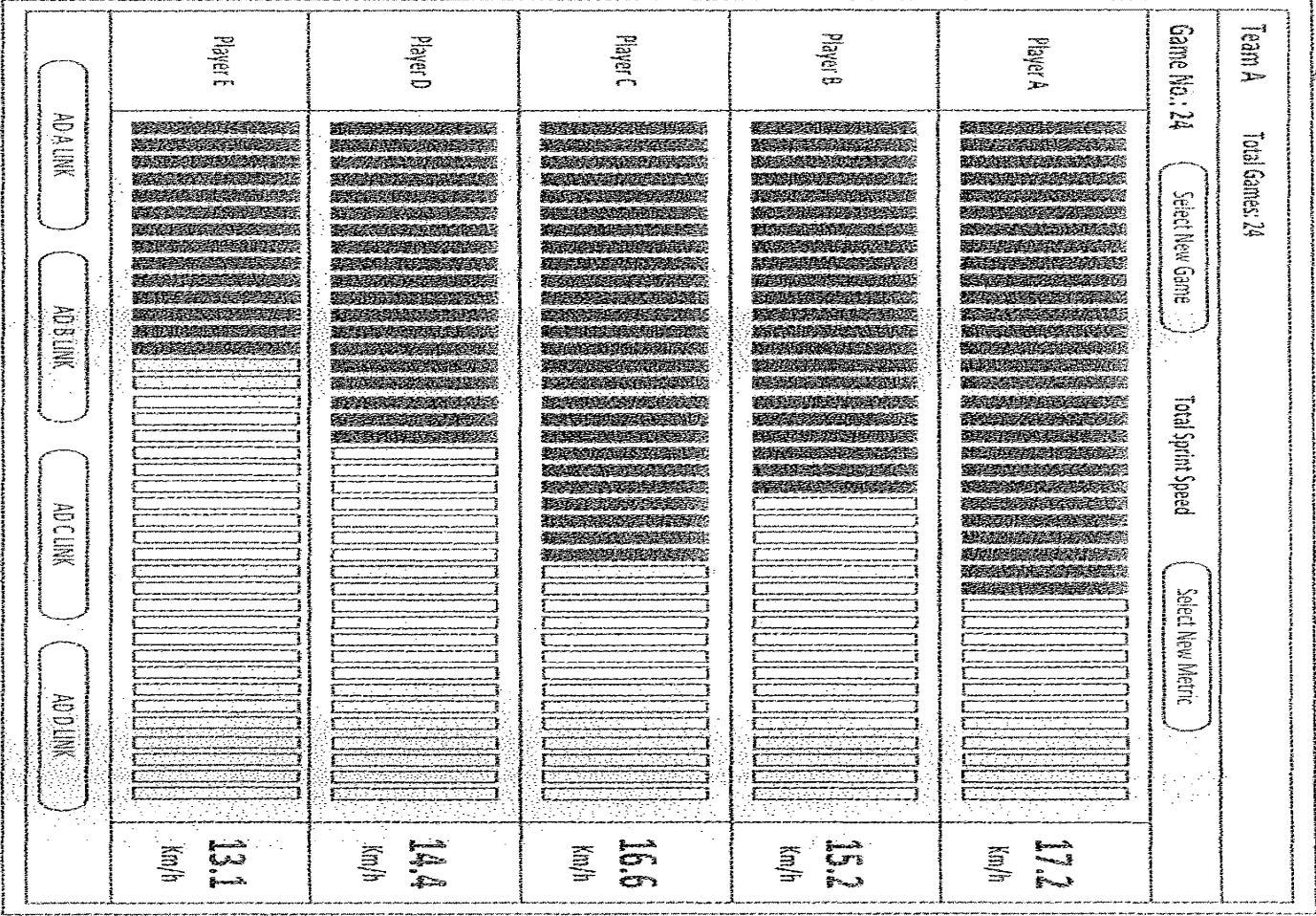
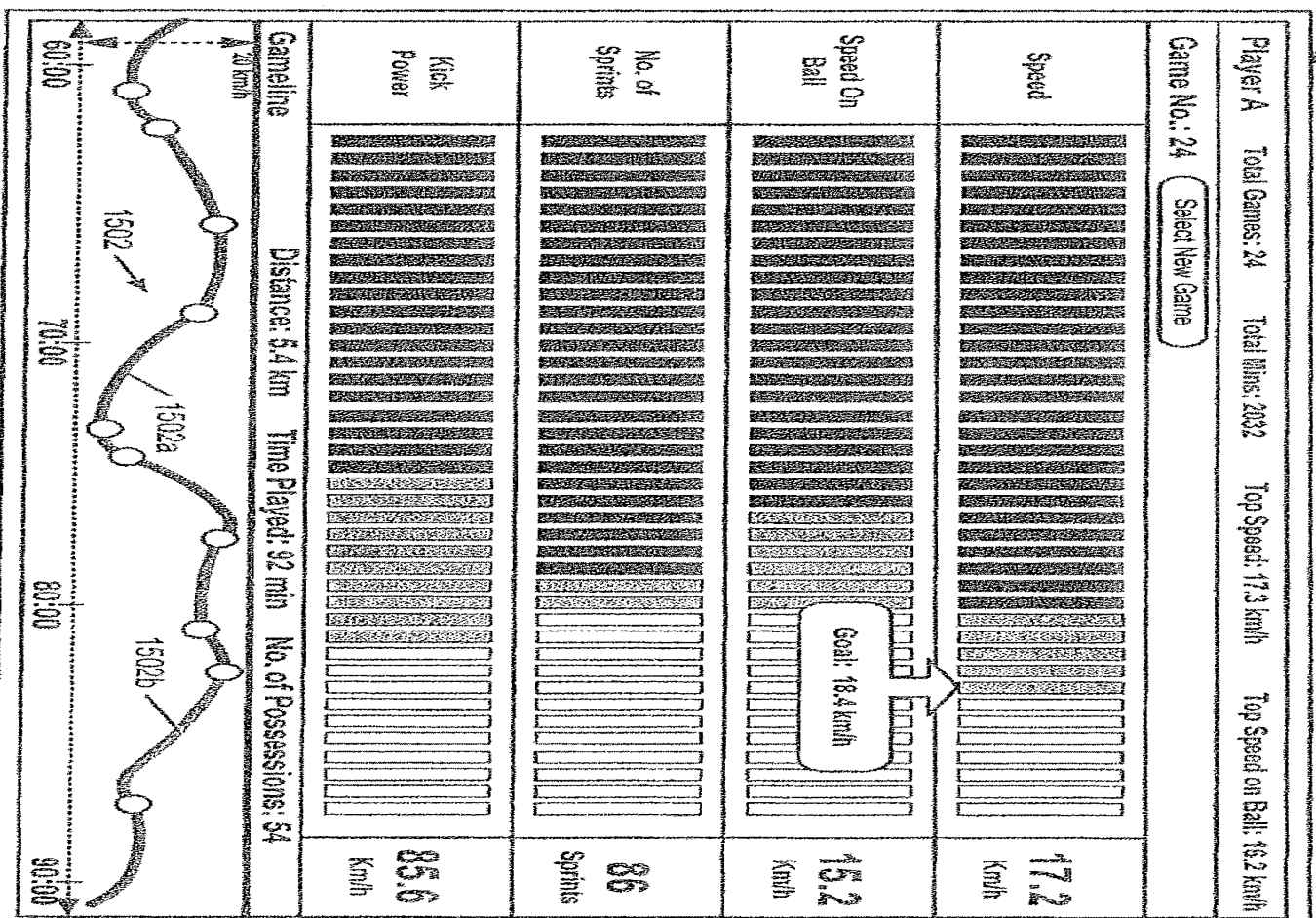
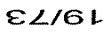


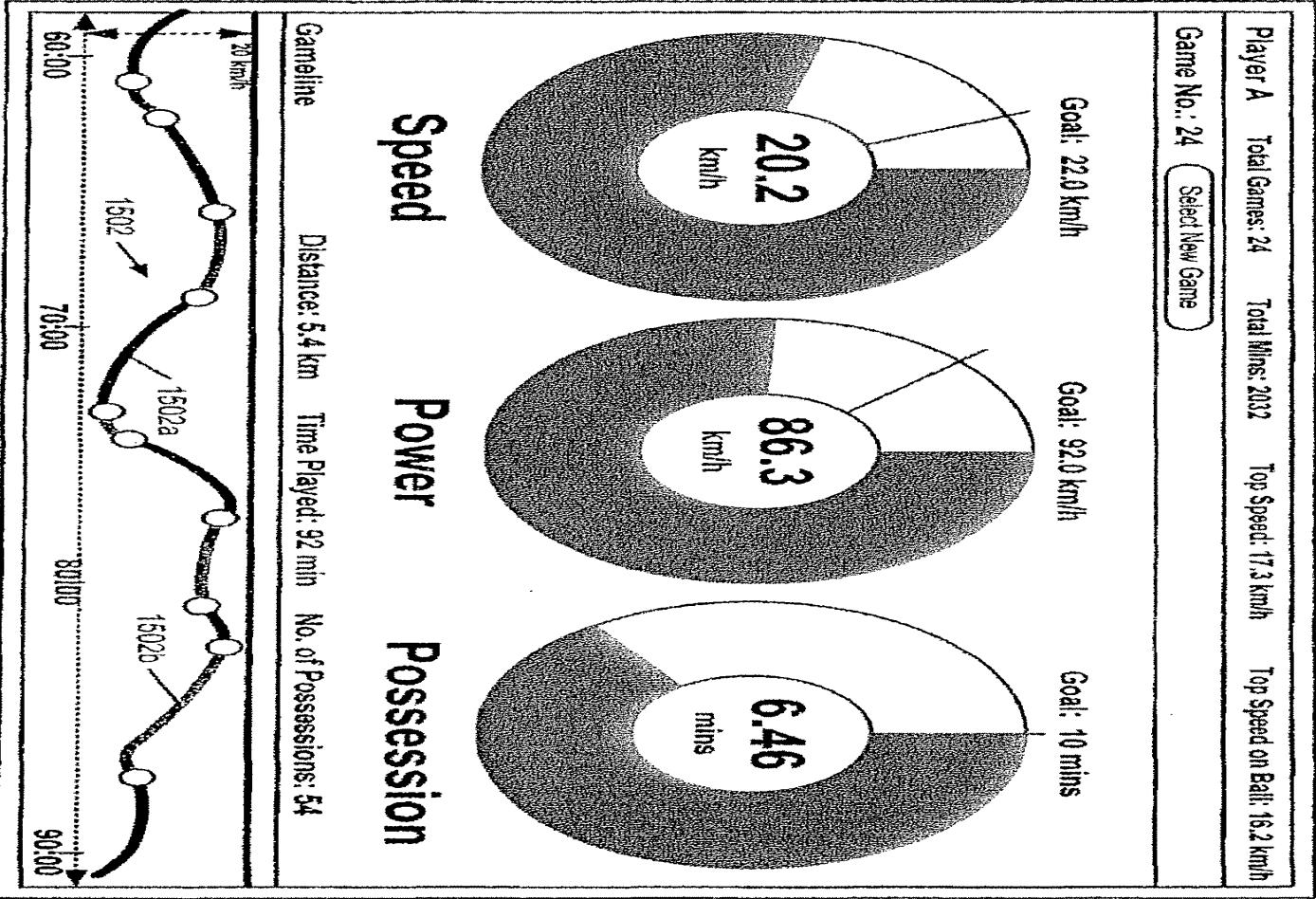
FIG. 16



THE
G
A
A



THE
G
A
B



1800 ↗

FIG. 18

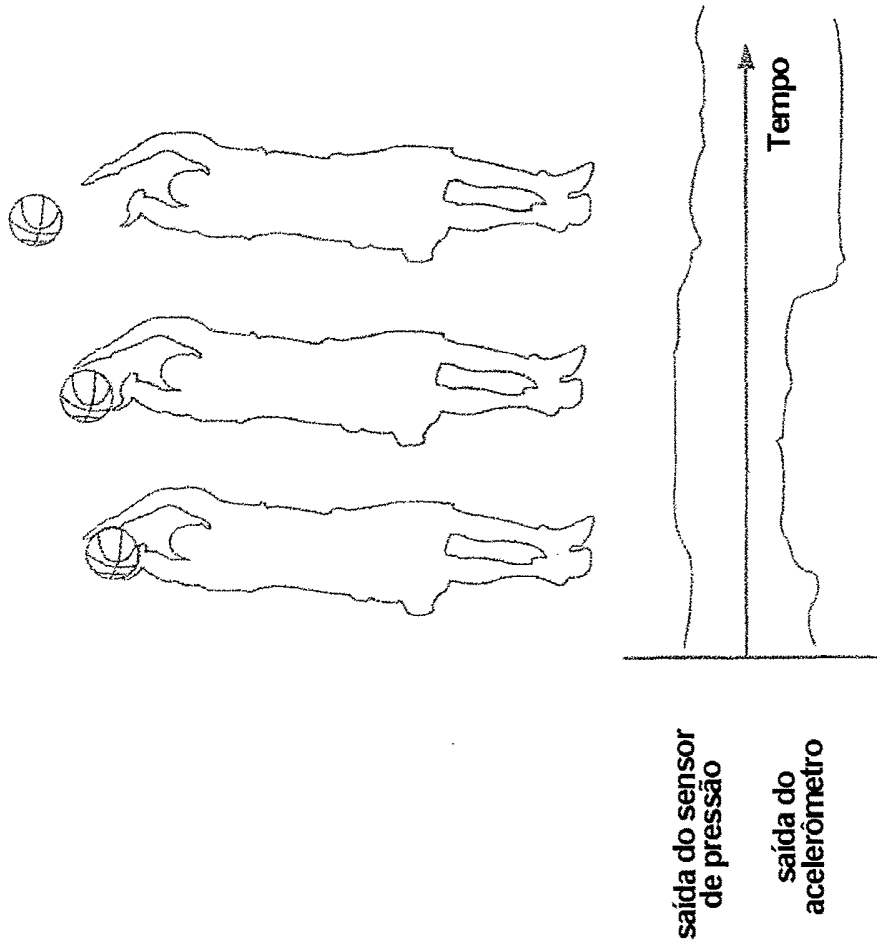


FIG. 19A

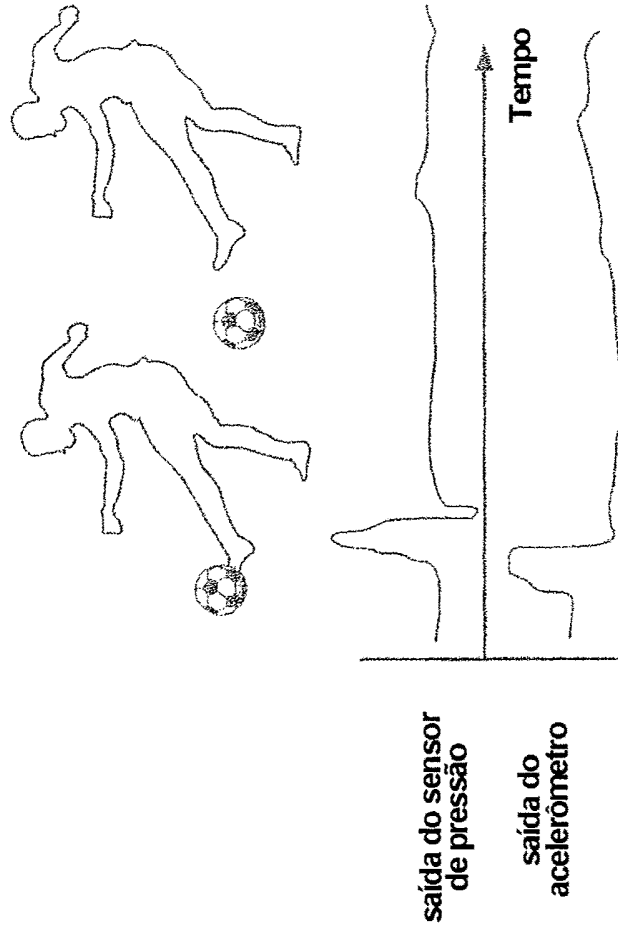


FIG. 19B

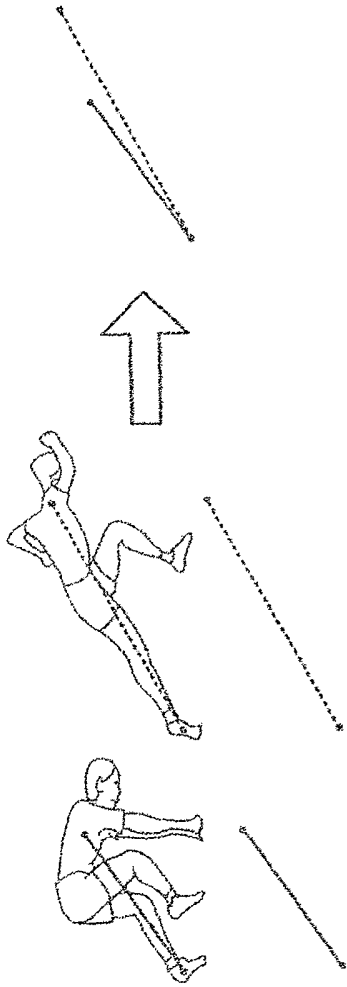


FIG. 20

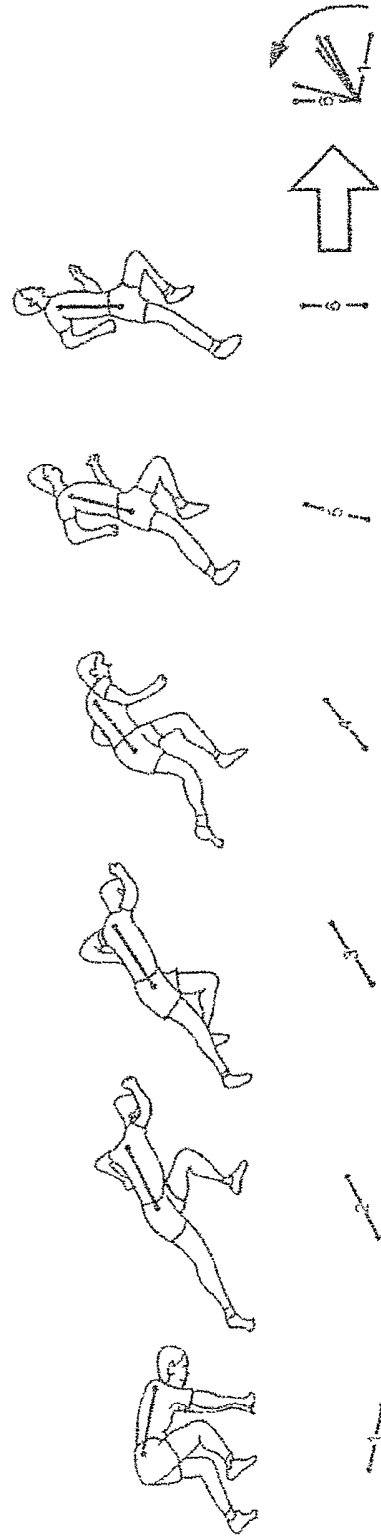
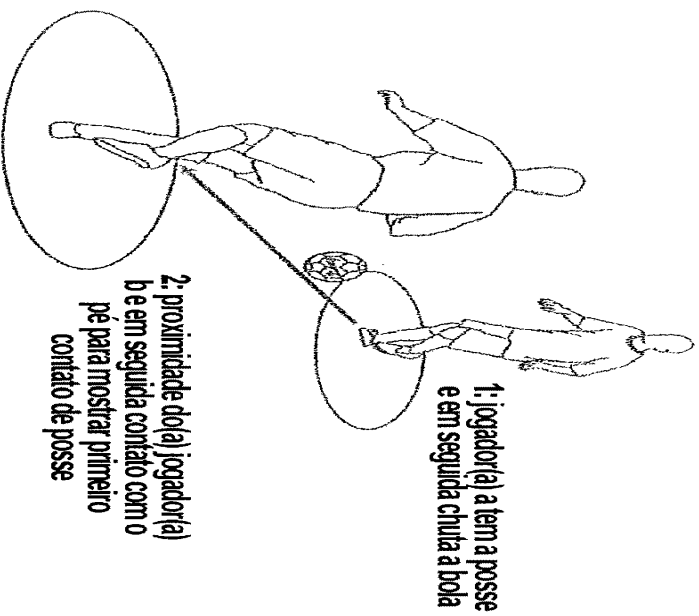
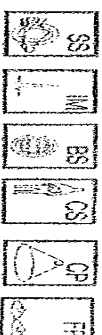


FIG. 21

FIG. 22



arquitetura de detecção



modalidades potenciais

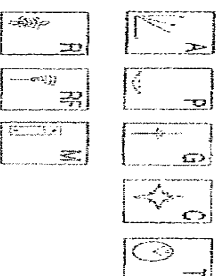
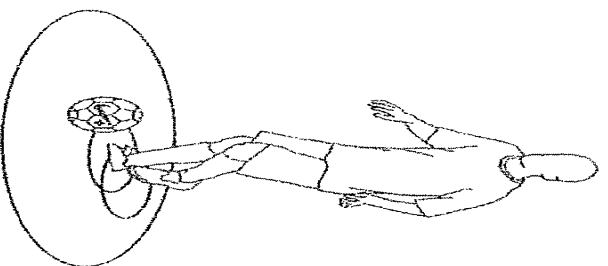
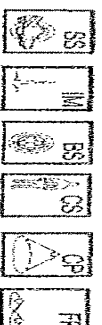


FIG. 23



arquitetura de detecção



modalidades potenciais

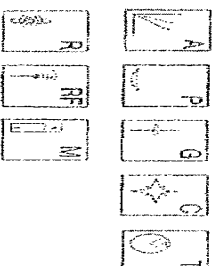


FIG. 24

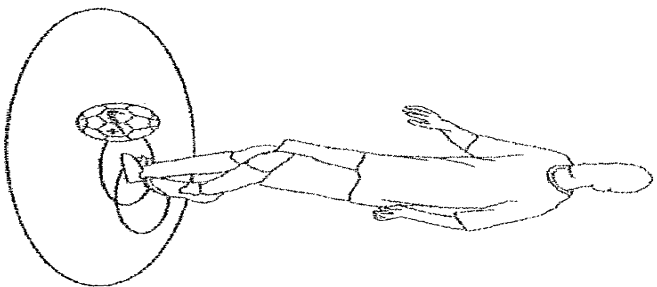
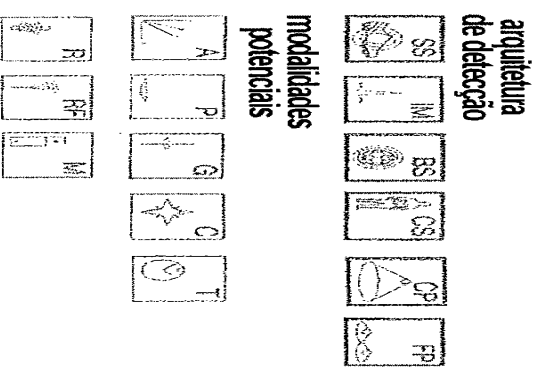


FIG. 25

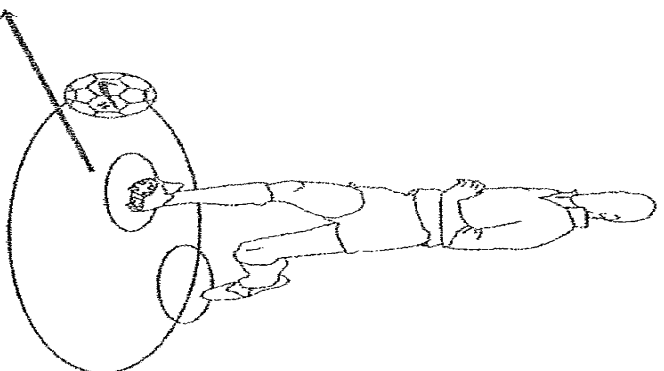
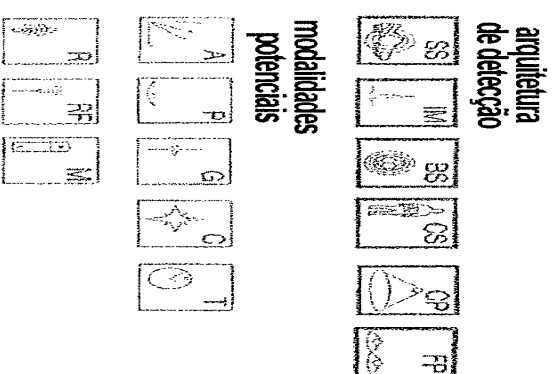


FIG. 26

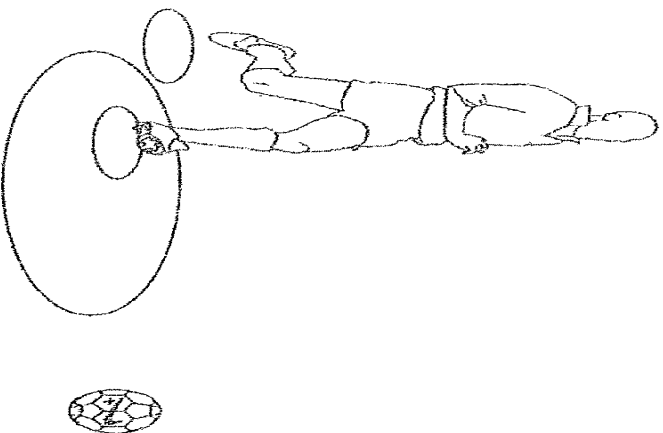
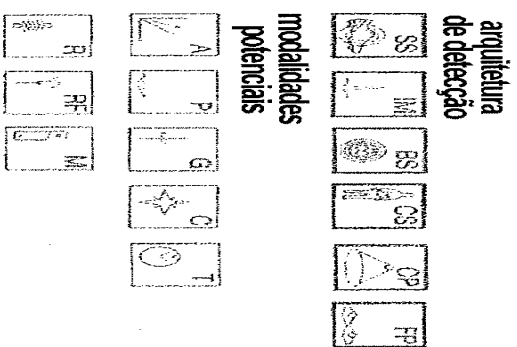


FIG. 27

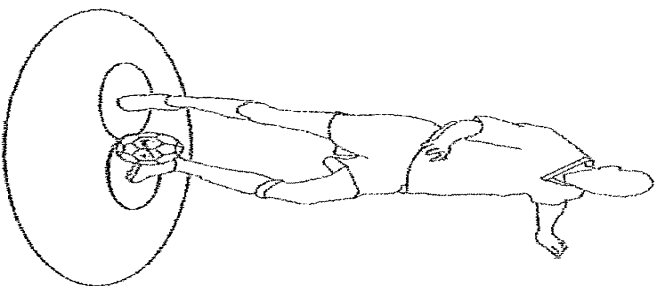
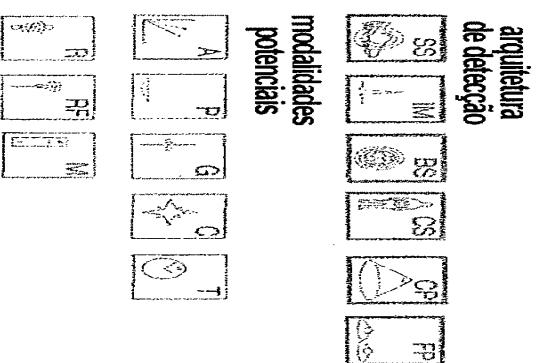
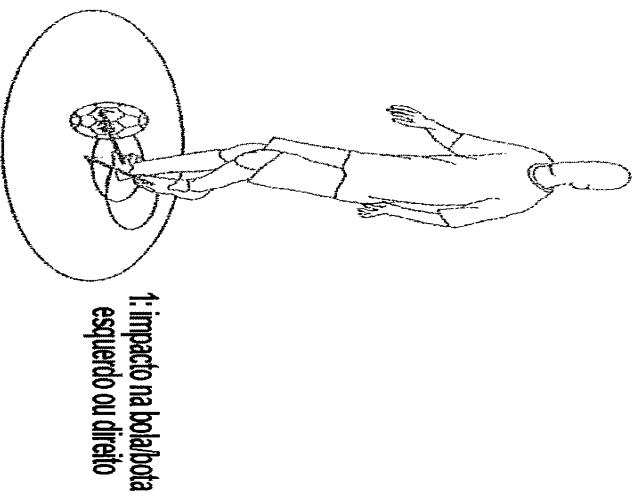


FIG. 28



arquitura
de detecção



modalidades
potenciais

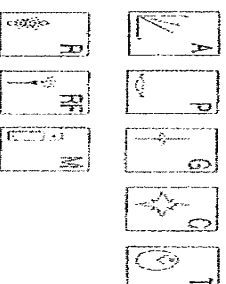
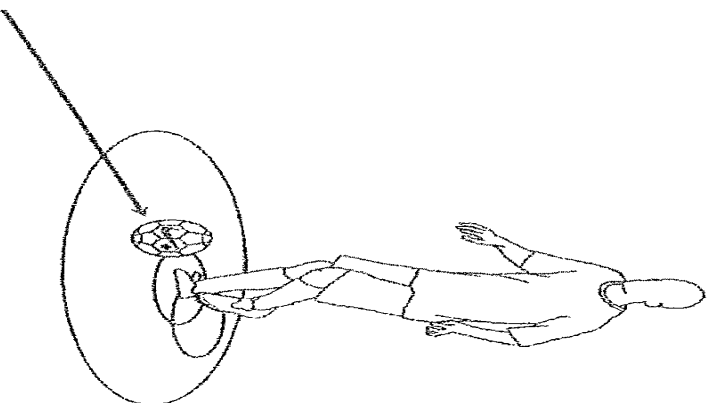


FIG. 29



arquitura
de detecção



modalidades
potenciais

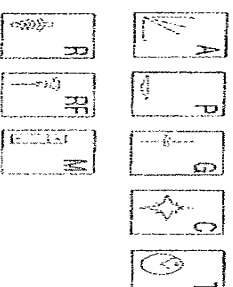
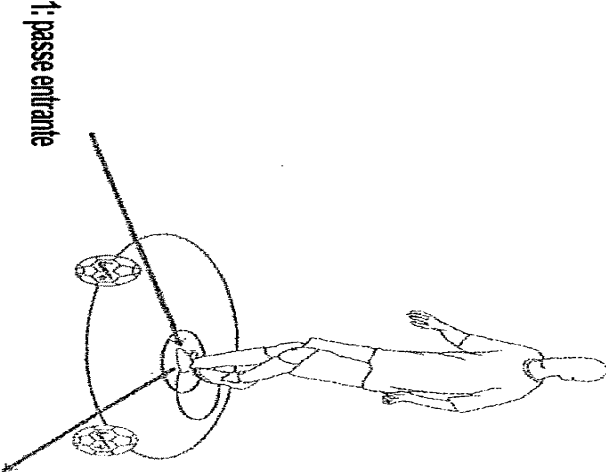


FIG. 30



arquitectura de detecção

SS

IM

BS

CS

CP

FP

modalidades potenciais

A

P

G

C

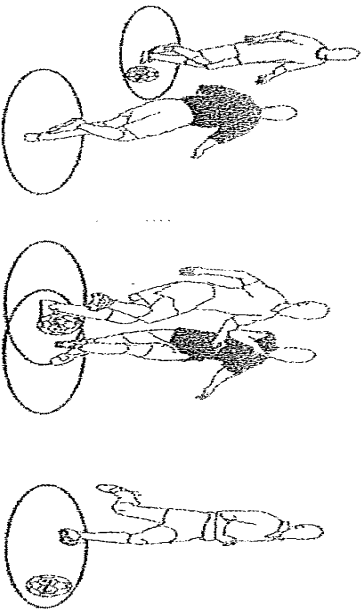
T

R

Rf

M

FIG. 31



2: passe de saída depois de 1 toque

arquitectura de detecção

SS

IM

BS

CS

CP

FP

modalidades potenciais

A

P

G

C

T

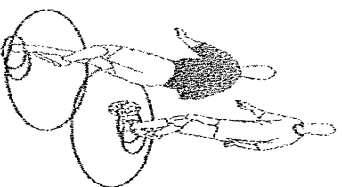
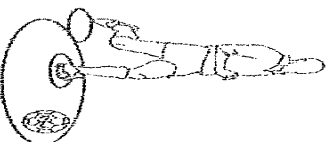
R

Rf

M

1: jogador(a) A tem a posse, jogador(a) B se aproxima
2: jogador(a) B tenta derrubar adversário
3: jogador(a) A mantém a posse e se desprende do(a) jogador(a) B

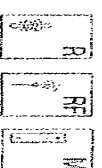
FIG. 32



arquitectura
de detecção

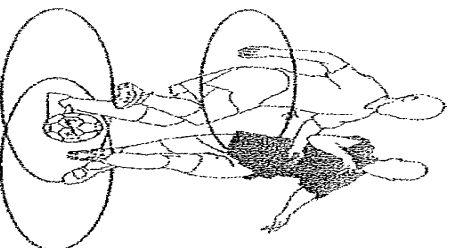


modalidades
potenciais



1: jogador(a) A tem a posse 2: jogador(a) A perde a posse 3: jogador(a) B sai com a posse
e está driblando com a bola, para jogador(a) B durante pos- ou da um passe bem sucedido
jogador(a) B se move para se disputada (cada jogador(a) para um membro da equipe
derribar adversário próximo(a) da bola

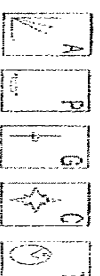
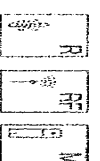
FIG. 33



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais



1: jogador(a) A se aproxima do(a)
jogador(a) B, gira 360 sobre a bola

2: jogador(a) A mantém a posse
e se desprende do(a) jogador(a) B

FIG. 34

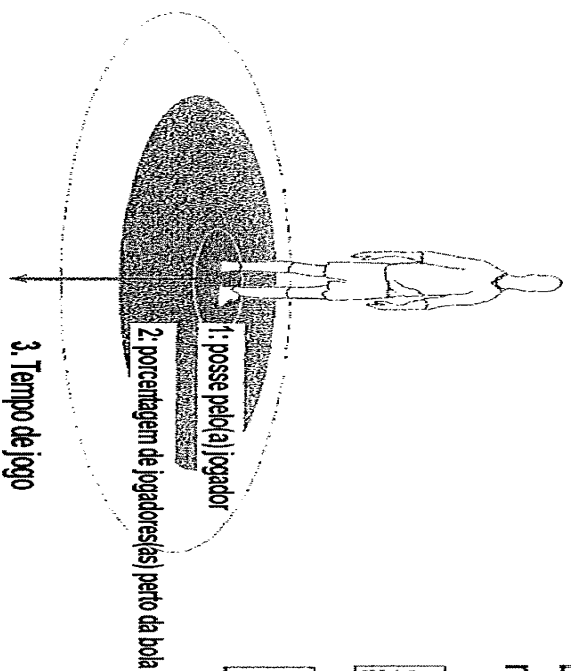
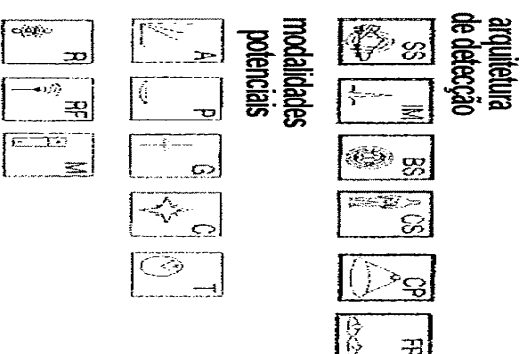


FIG. 35

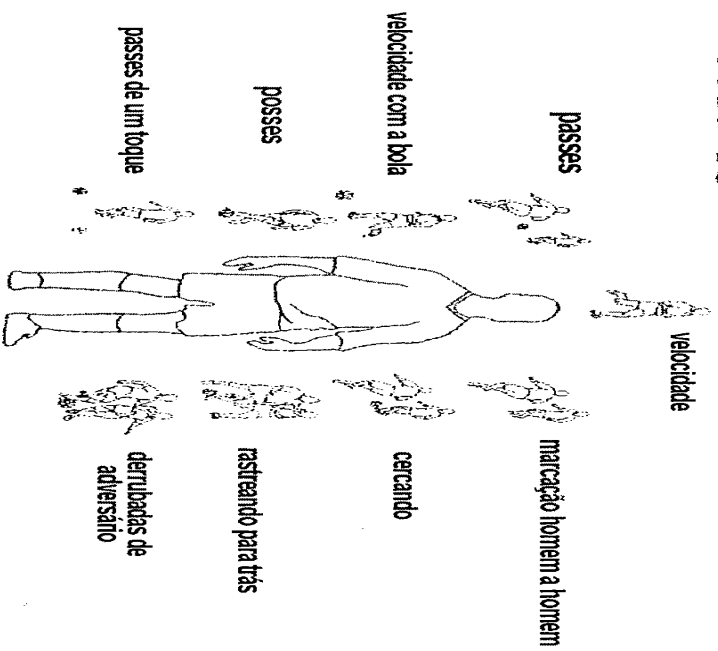
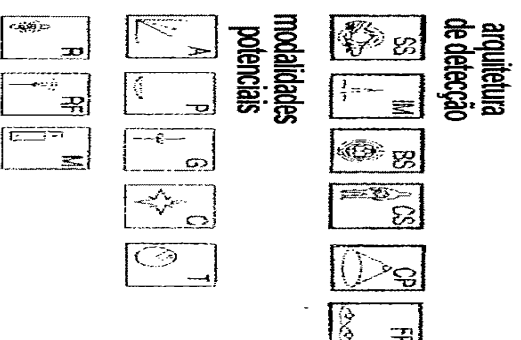


FIG. 36

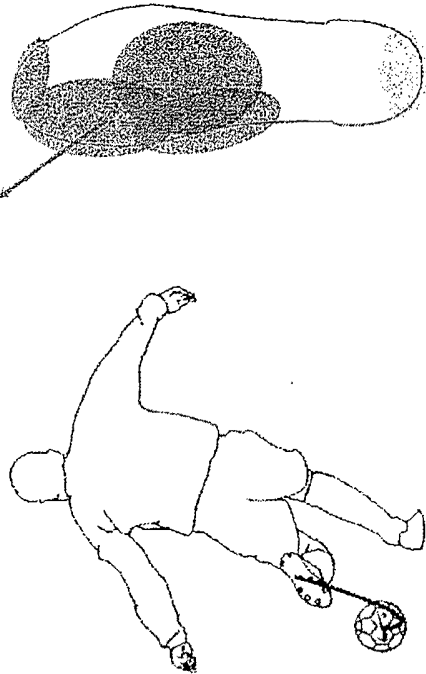
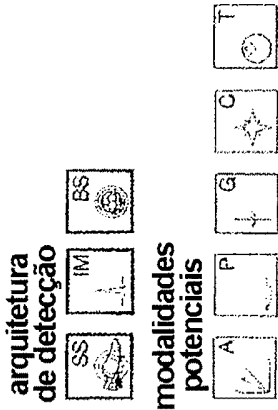


FIG. 37

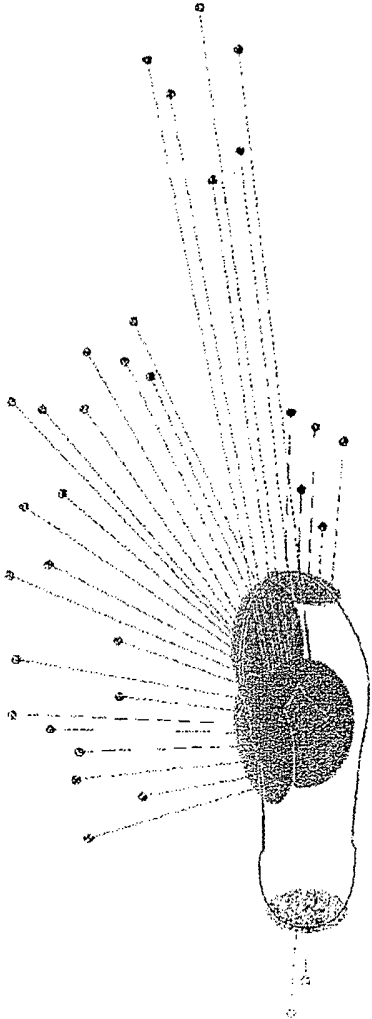
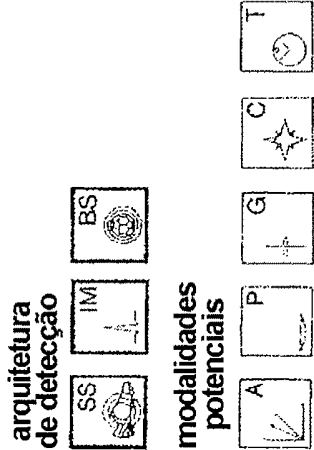
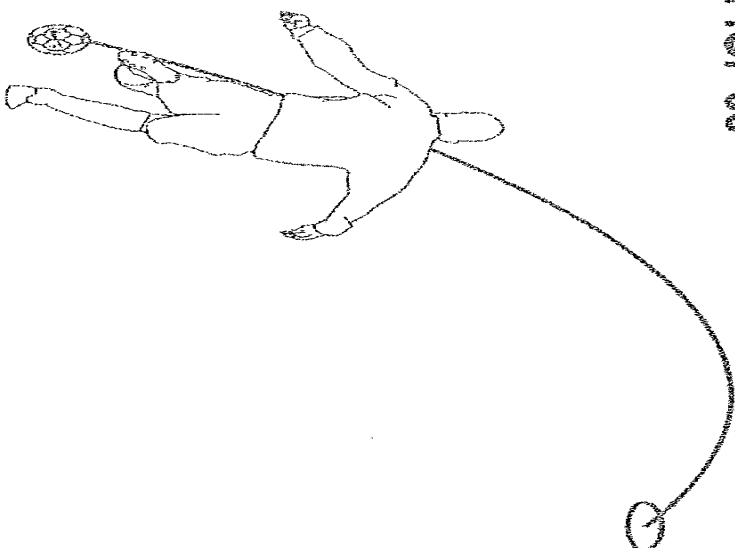


FIG. 38



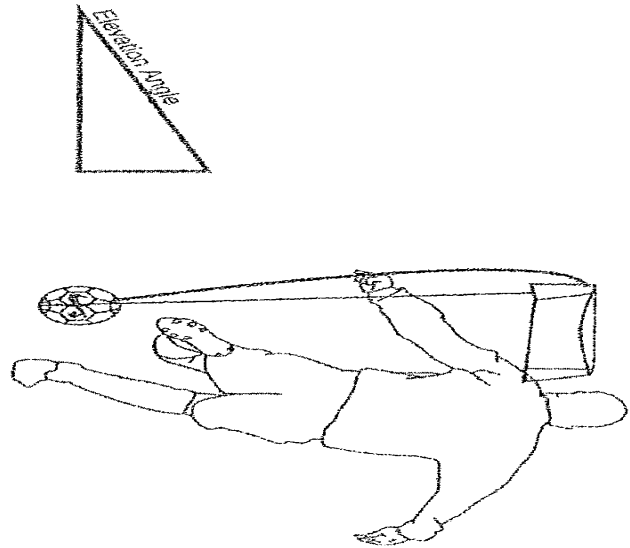
arquitectura
de detecção

SS	IM	BS
----	----	----

modalidades
potenciais

A	P	G	C	T
---	---	---	---	---

FIG. 39



arquitectura
de detecção

SS	IM	BS
----	----	----

modalidades
potenciais

A	P	G	C	T
---	---	---	---	---

FIG. 40

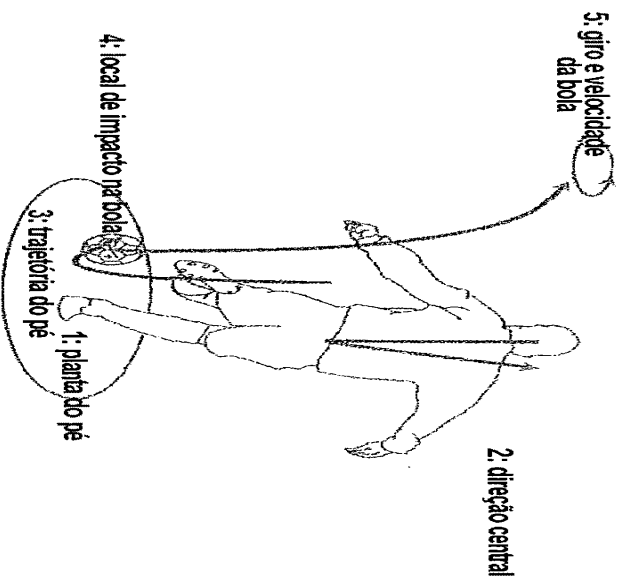
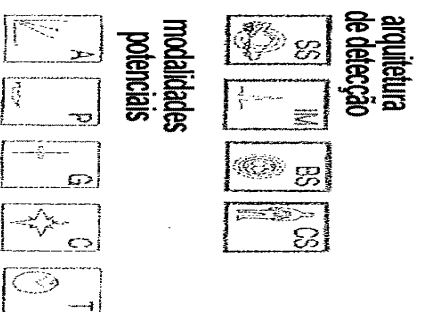


FIG. 41

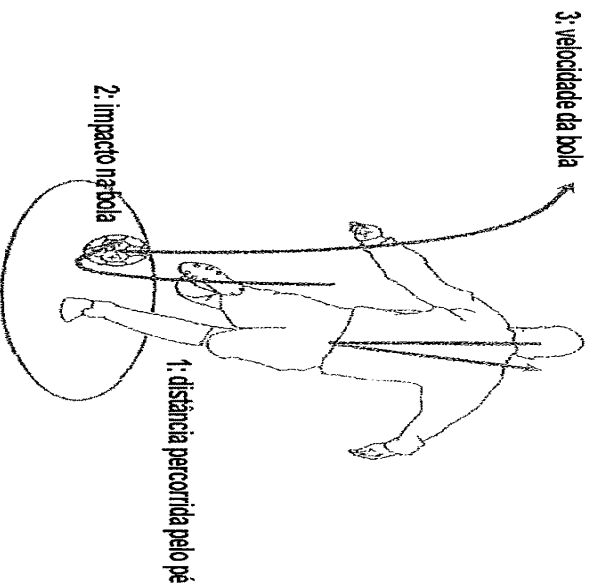
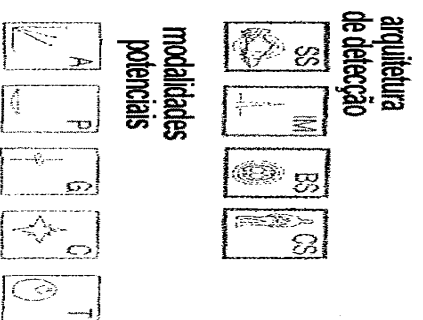


FIG. 42

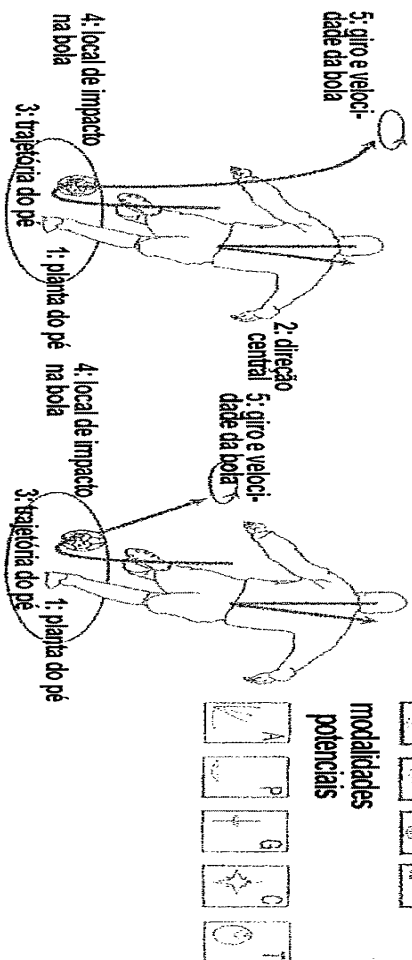
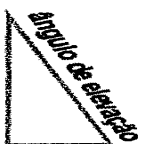
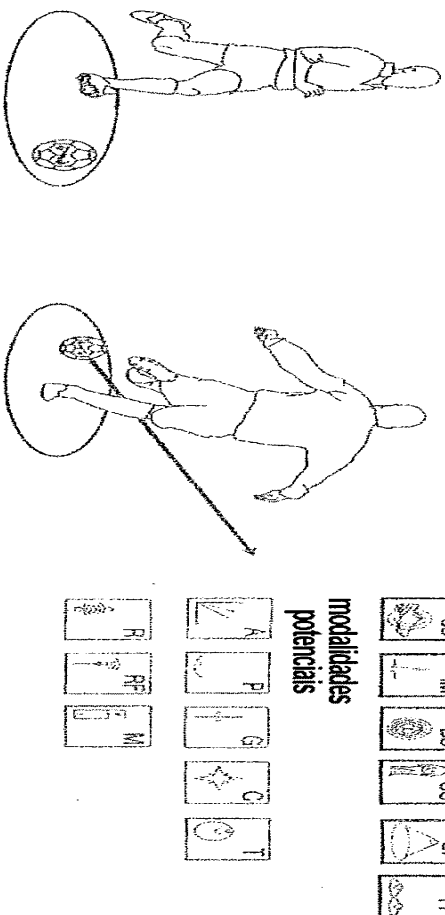


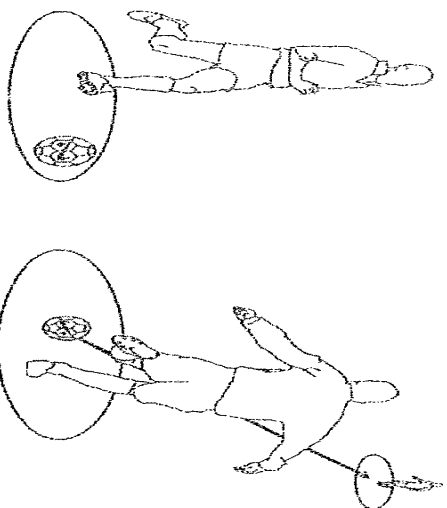
FIG. 43



1: jogador(a) tem a posse e está correndo em velocidade

2: jogador(a) a chuta a bola em movimento. A bola reporta velocidade precisa.

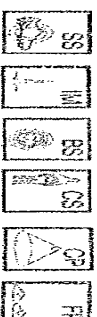
FIG. 44



1: jogador(a) tem a posse e está correndo em velocidade

2: jogador(a) a cihua a bola em movimento. A bola reporta velocidade precisa e que um passe bem sucedido foi dado.

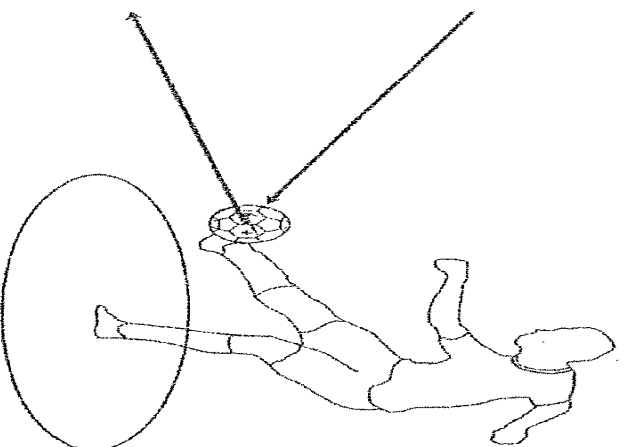
arquitectura de detecção



modalidades potenciais



FIG. 45



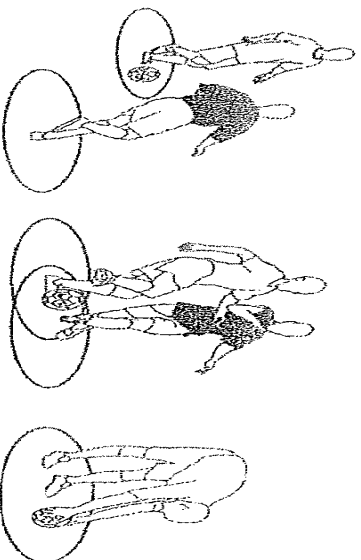
arquitectura de detecção



modalidades potenciais

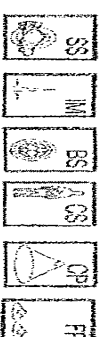


FIG. 46



- 1: jogador(a) tem a posse e esta correndo em velocidade
2: jogador(a) tenta derrubar o adversário e dá um chute livre
3: jogador(a) a coloca a bola no chão e retoma o jogo

arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

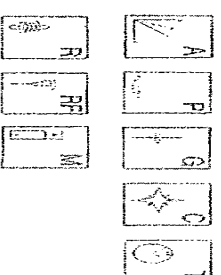
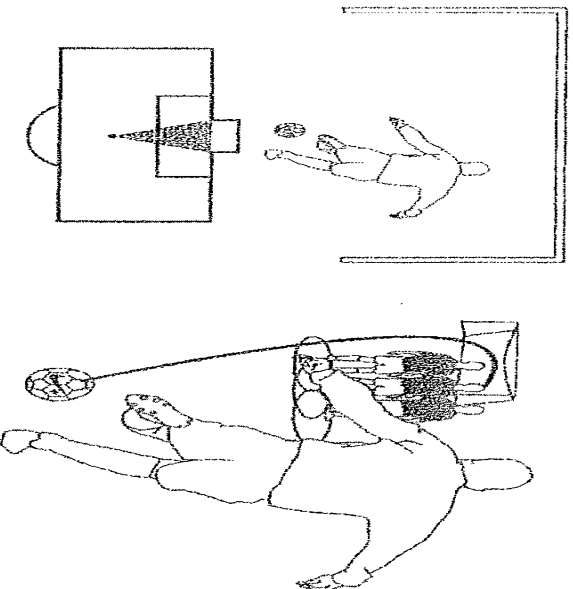


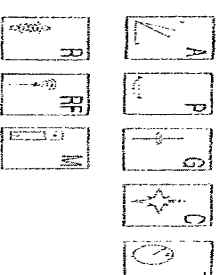
FIG. 47



arquitectura
de detecção



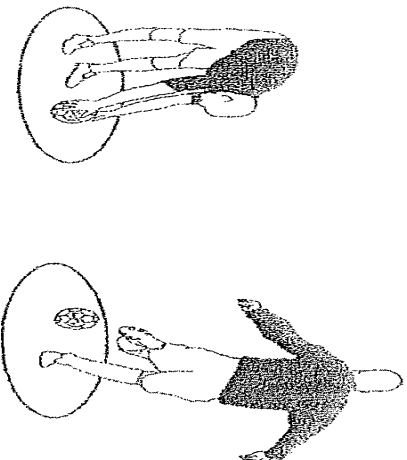
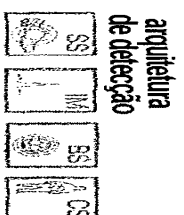
modalidades
potenciais



- 1: distância estabelecida para parar e só o(a) goleiro(a) pode ficar perto da bola

- 2: bola parada para retomada de jogo, distância variada e passes de bola para outros(as) jogadores(as) próximos(as)

FIG. 48

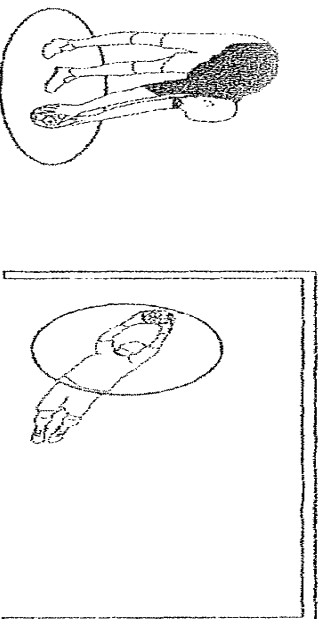
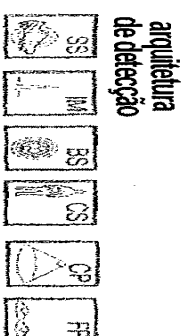


modalidades potenciais

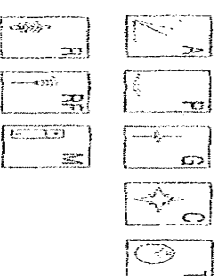


1: adversário arma chute livre/penalty 2: jogador(a) corre e chuta a bola

FIG. 49

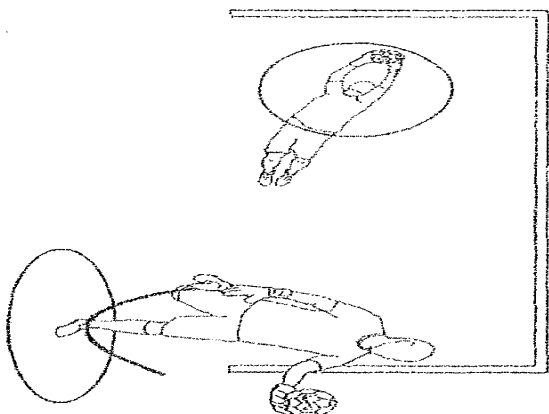


modalidades potenciais



1: adversário arma chute livre/penalty 2: goleiro(a) faz defesa, agarrando a bola

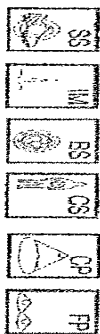
FIG. 50



1: goleiro(a) faz defesa

2: goleiro(a) chuta/lança a bola

arquitura
de detecção



modalidades
potenciais

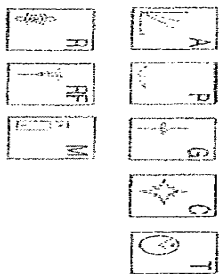
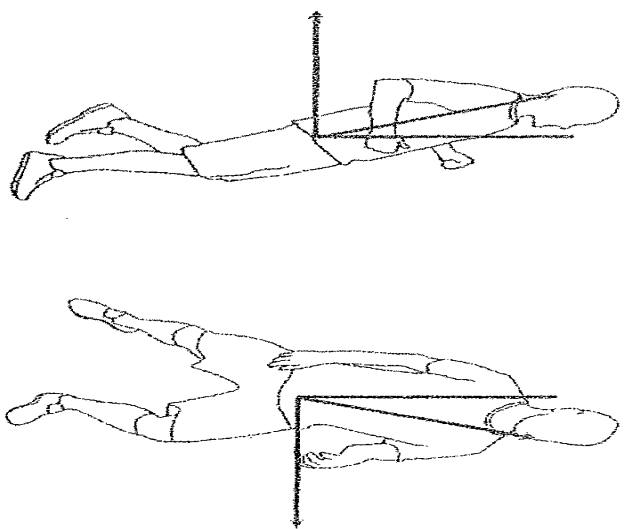


FIG. 51



1: passo para trás

2: passo para o lado

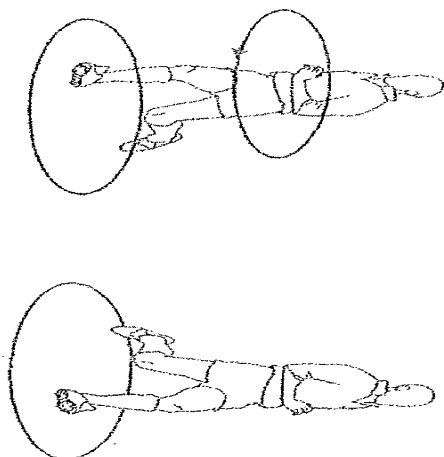
arquitura
de detecção



modalidades
potenciais



FIG. 52



1: jogador(a) está correndo velozmente e muda de direção rapidamente

2: jogador(a) está correndo agora em um curso diferente do anterior

arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais

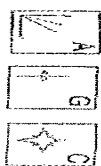
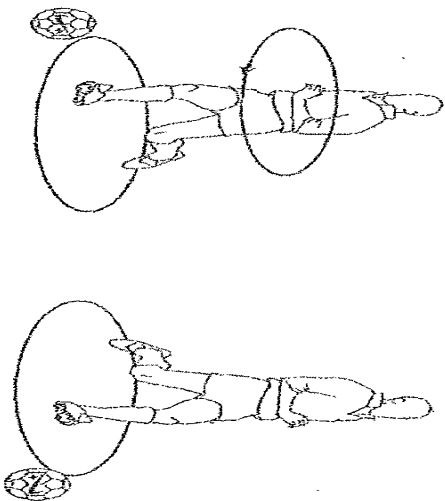


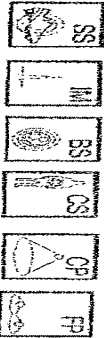
FIG. 53



1: jogador(a) está correndo velozmente com a bola e muda de direção rapidamente

2: jogador(a) está correndo agora em um curso diferente do anterior

arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais

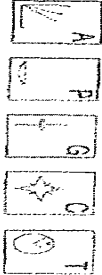
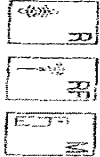


FIG. 54

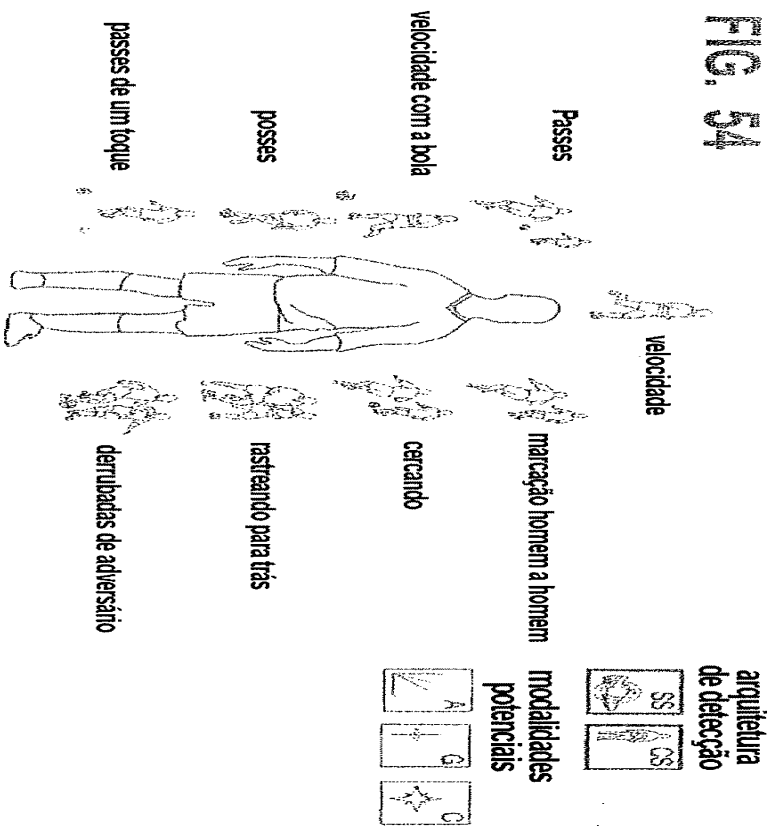


FIG. 55

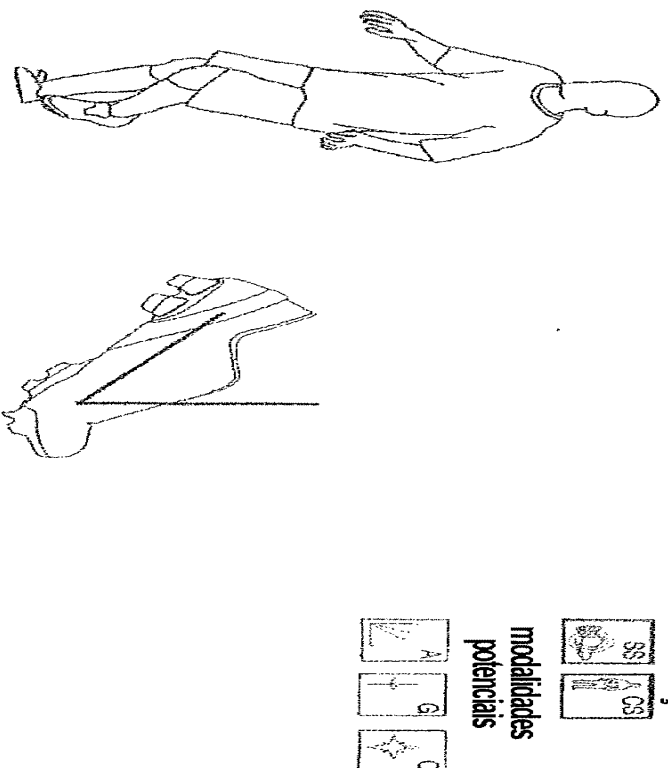
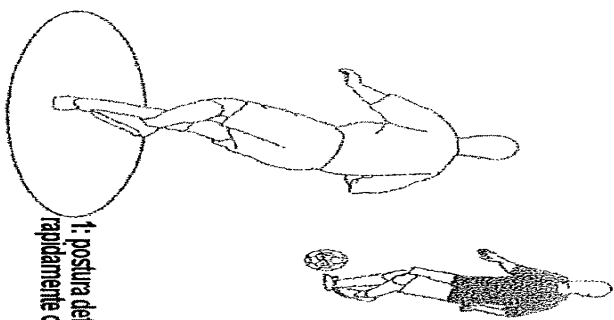


FIG. 56



1: postura defensiva do jogador(a) A, aportando-se para mover-se rapidamente ou bloquear movimento do(a) jogador(a) B que avança

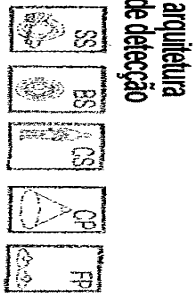
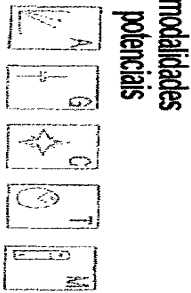
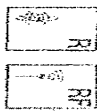
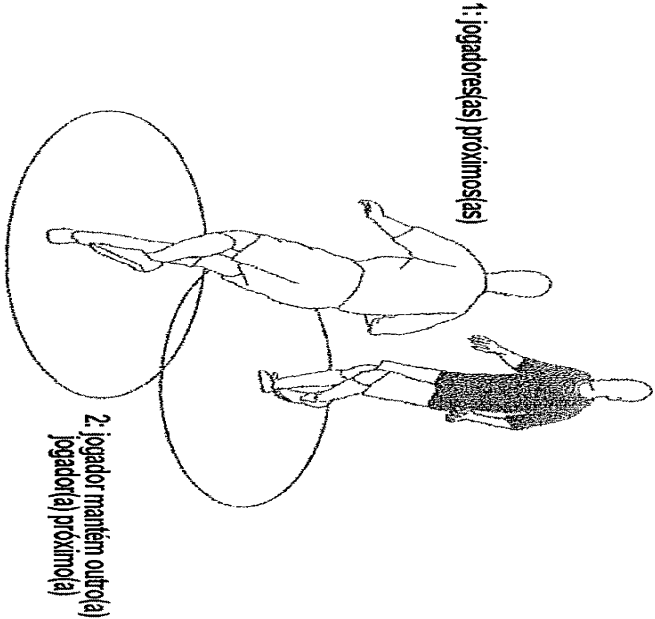


FIG. 57



1: jogador(es) próximos(as)

2: jogador mantém outro(a) jogador(a) próximo(a)

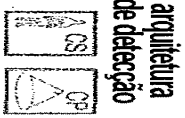
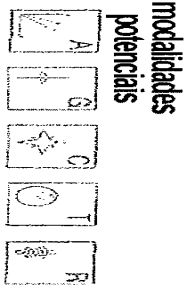


FIG. 58

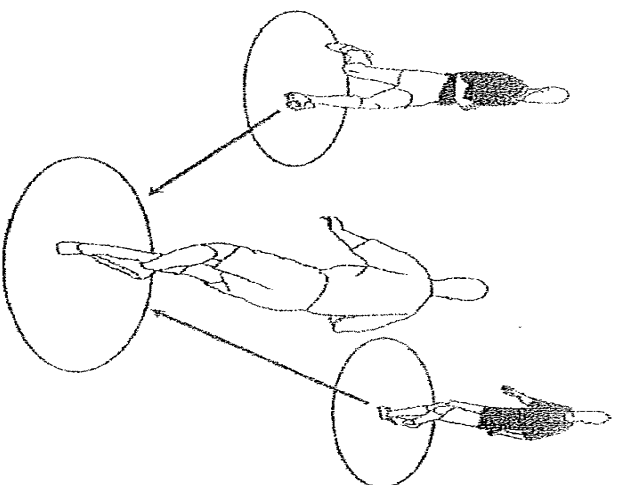
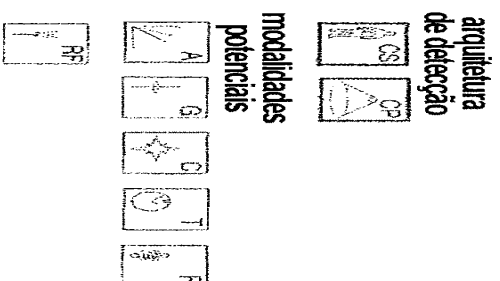


FIG. 59

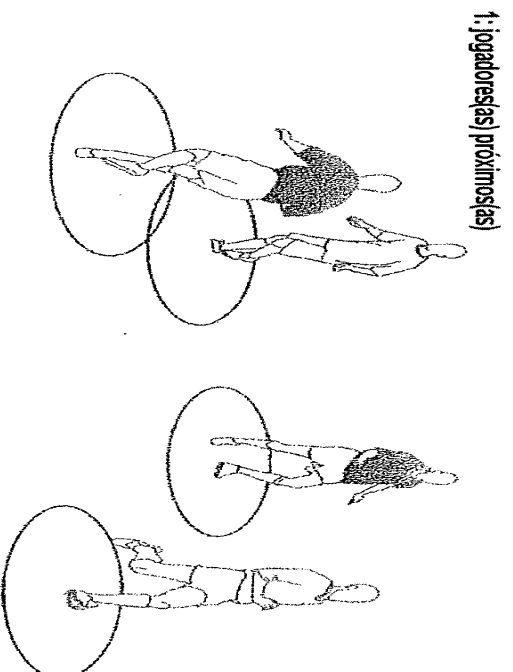
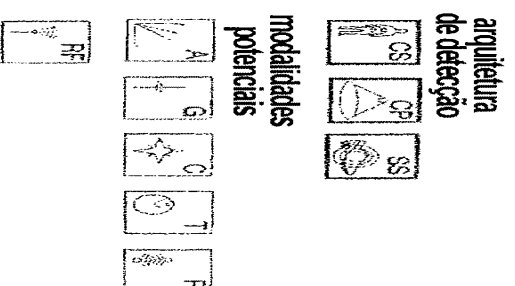
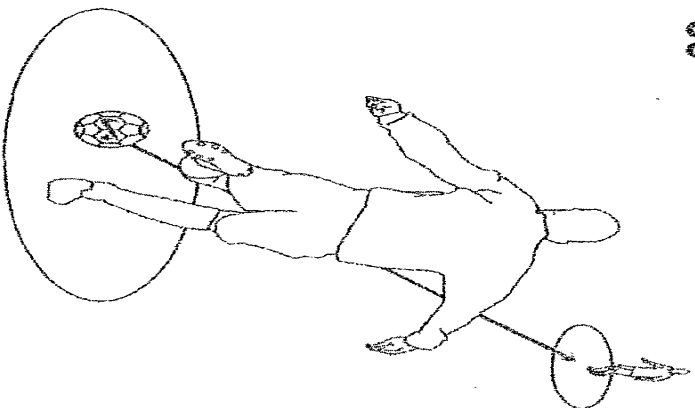


FIG. 60



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

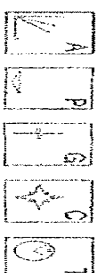
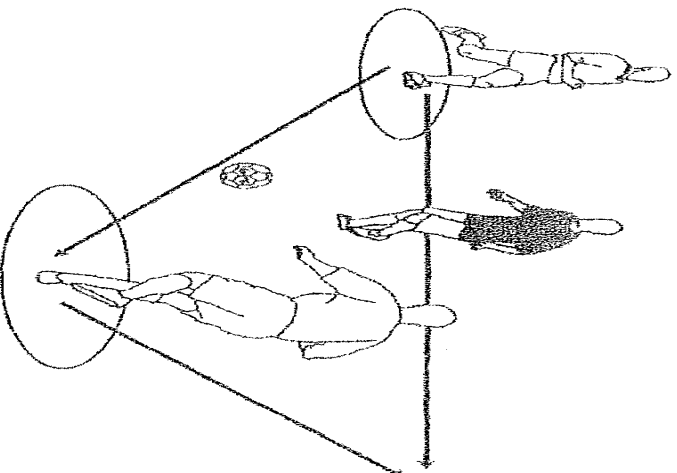


FIG. 61



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

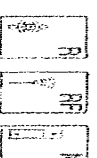
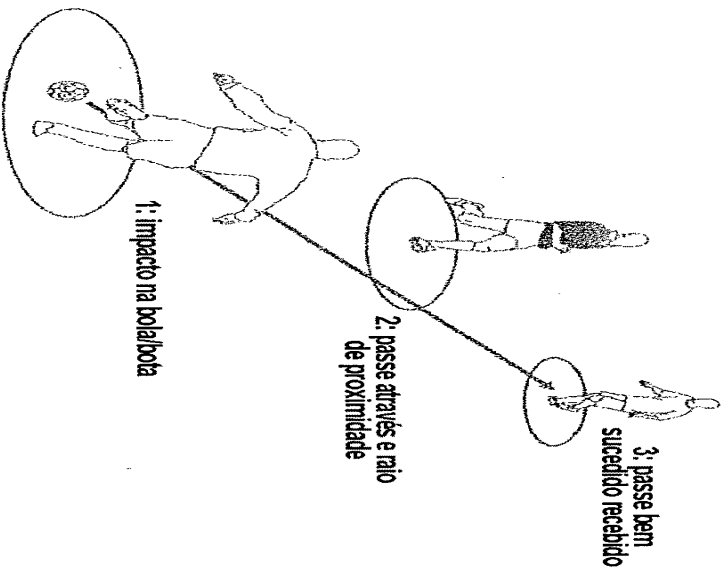
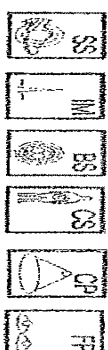


FIG. 62



arquitetura de detecção



modalidades potenciais

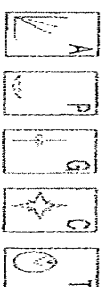
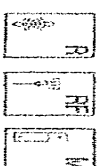
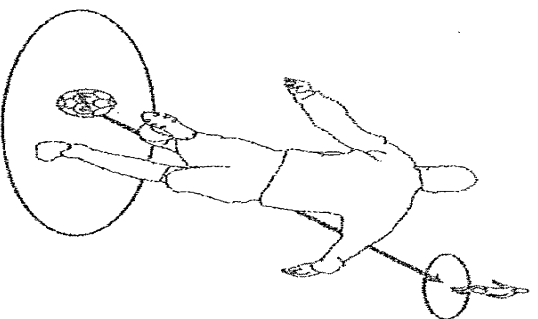
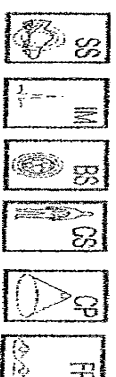


FIG. 63



arquitetura de detecção



modalidades potenciais

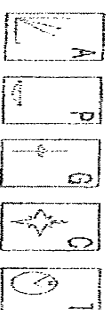
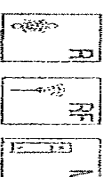
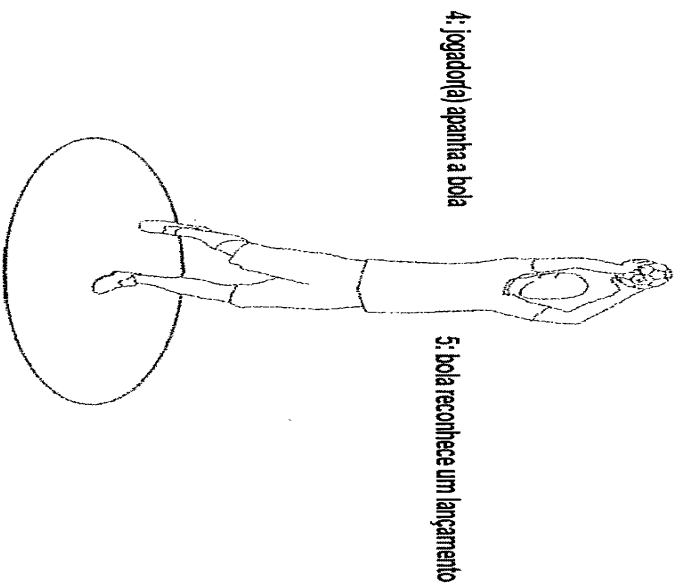
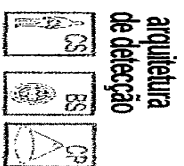


FIG. 64



modalidades
potenciais

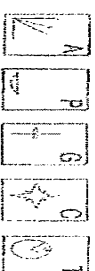
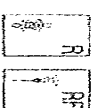
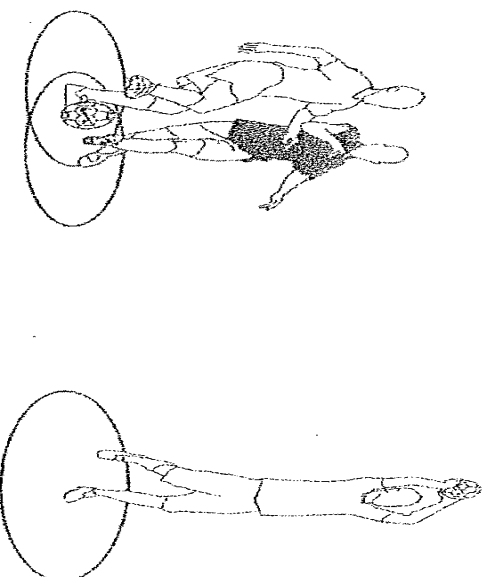


FIG. 65



arquitectura
de detecção



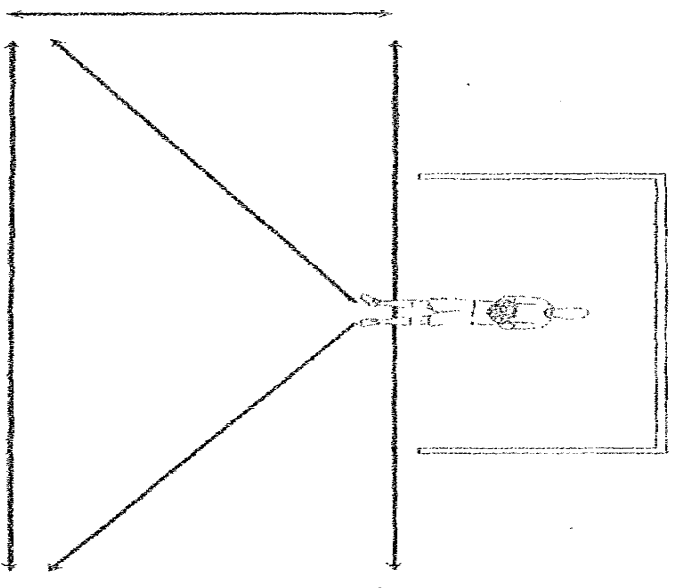
modalidades
potenciais



23: jogador(a) A chuta a bola para longe do(a) jogador(a) B e para fora do campo

45: jogador(a) A ou alguém da sua equipa apanha a bola e a lança de volta do jogo; arquitectura de detecção

FIG. 66



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

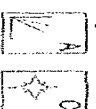
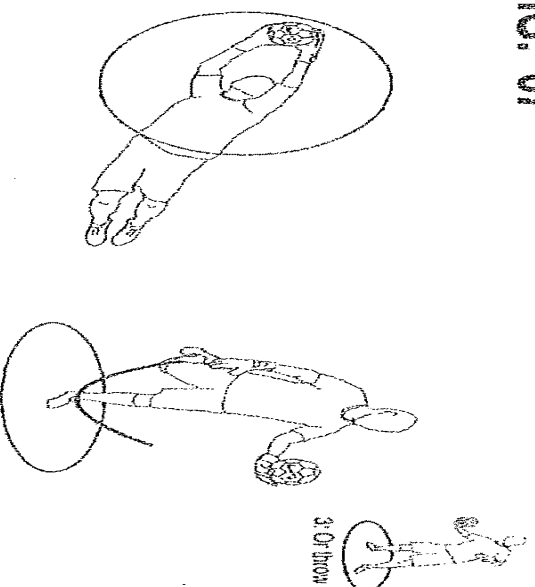


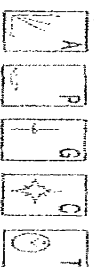
FIG. 67



arquitectura
de detecção

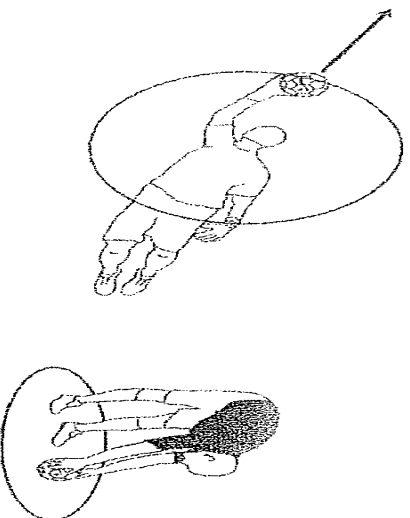


modalidades
potenciais



1: goleiro(a) agarra a bola

2: goleiro(a) segura a bola e a chuta



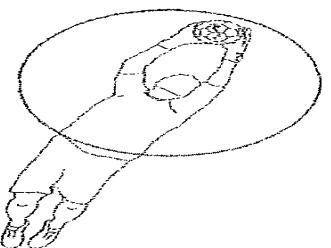
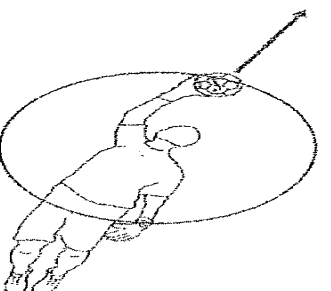
1. goleiro(a) faz defesa com bola fora do campo

2: adversário coloca a bola para cobrança de escanteio

**arquitetura
de detecção**



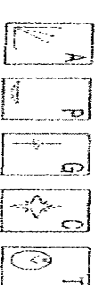
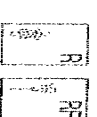
**modalidades
potenciais**



**arquitetura
de detecção**



**modalidades
potenciais**



1: goleiro(a) agarra a bola em uma defesa limpa

2. goleiro(a) incapaz de fazer defesa, de modo que a bola sai para fora do campo

FIG. 70

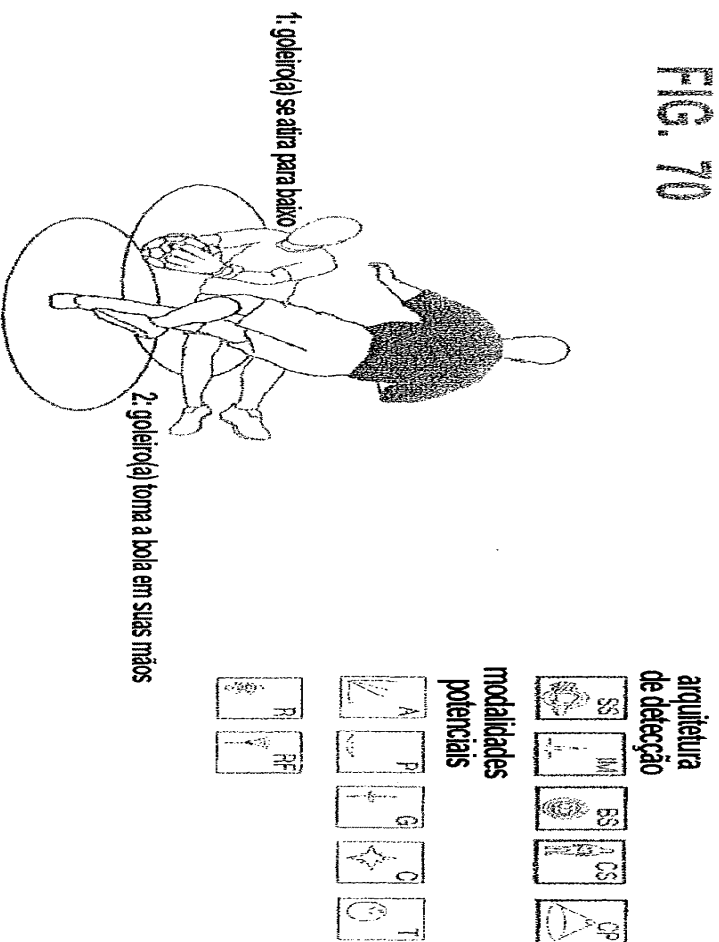


FIG. 71

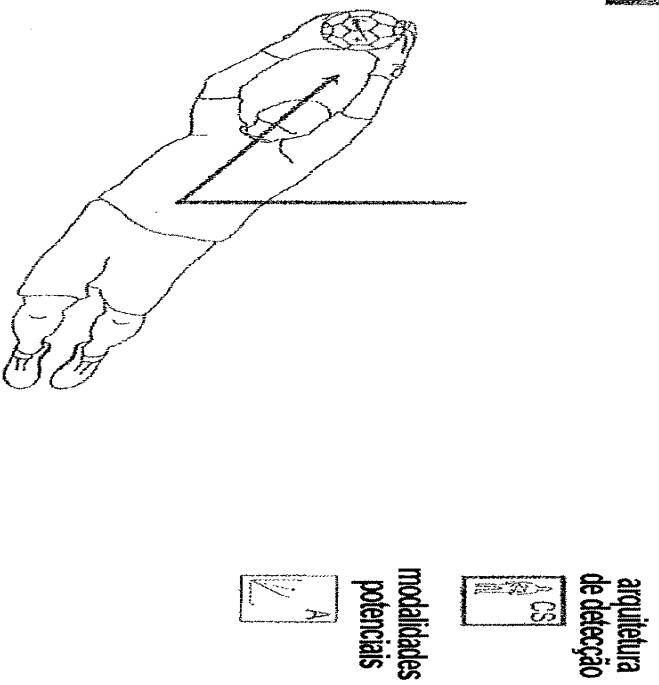
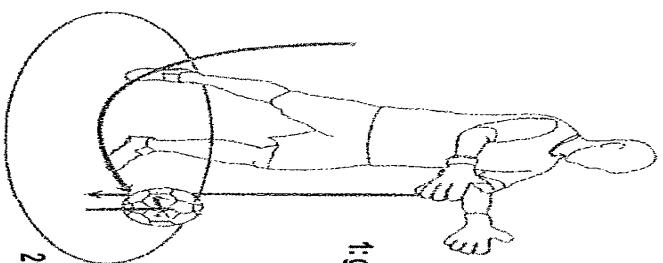


FIG. 72



1: goleiro(a) deixa a bola cair

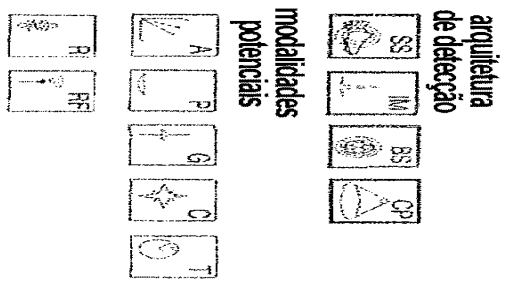
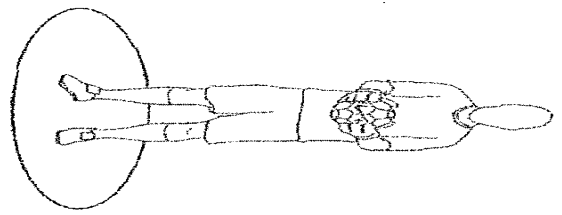
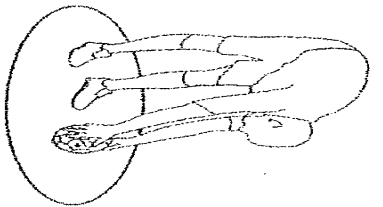


FIG. 73



1: goleiro(a) apanha a bola



2: goleiro(a) arma um chute e chuta a bola

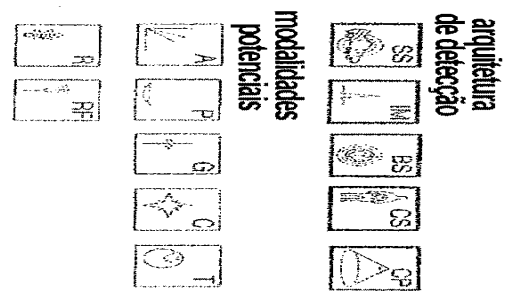
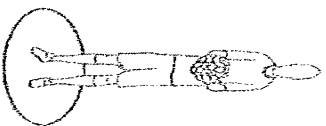
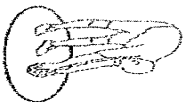


FIG. 74



1: goieiro(a) apanha a bola



2: goieiro(a) distribui a bola de volta ao jogo



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

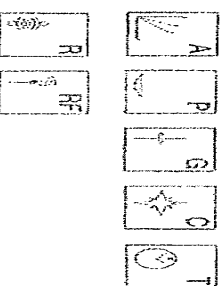
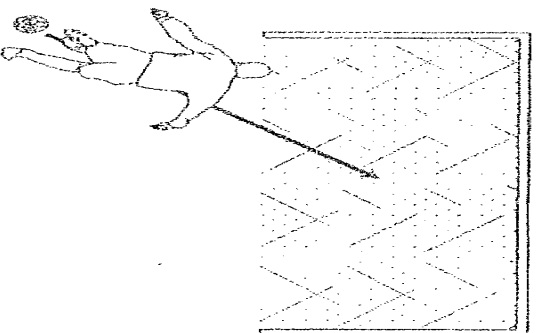
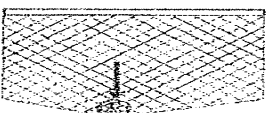


FIG. 75



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

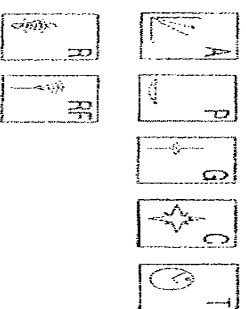


FIG. 76

arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais

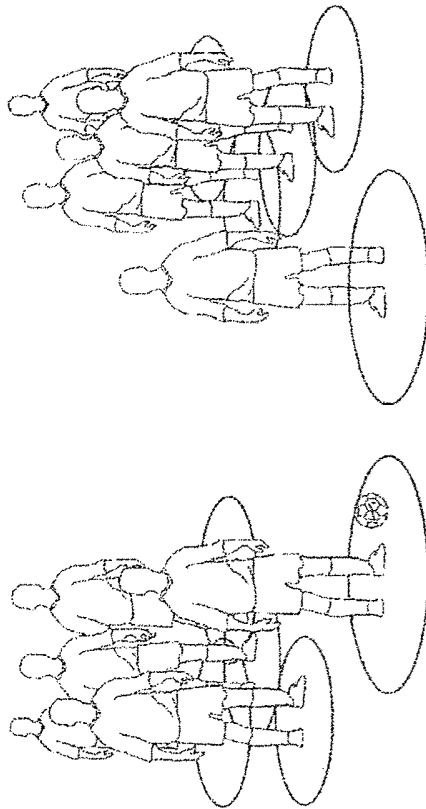


FIG. 77

arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais

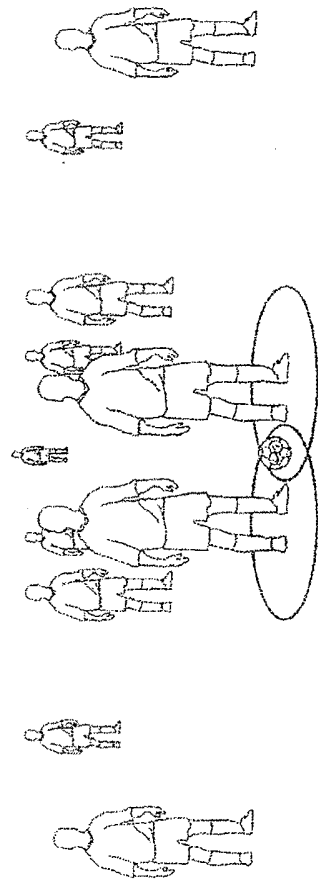
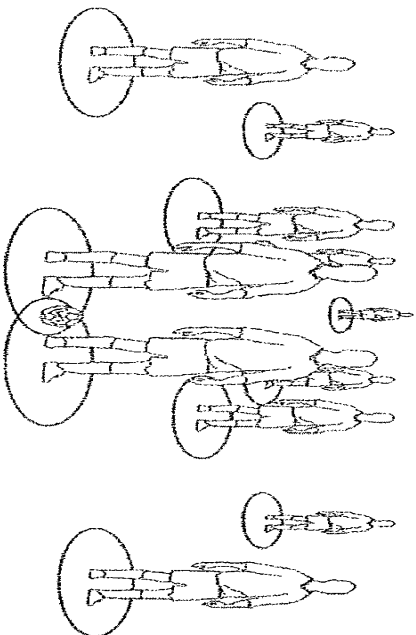


FIG. 78



arquitetura
de detecção

modalidades
potenciais

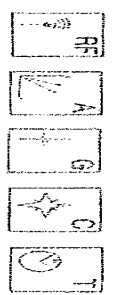
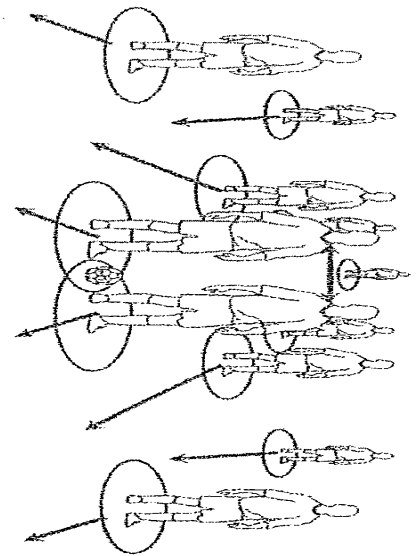


FIG. 79



arquitetura
de detecção

modalidades
potenciais

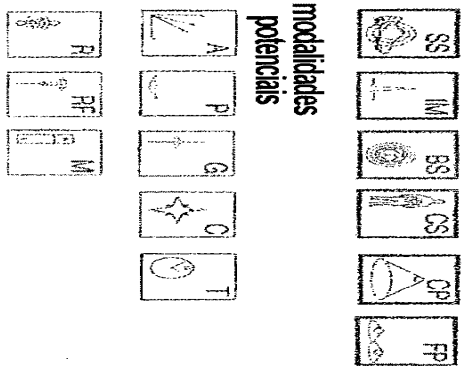
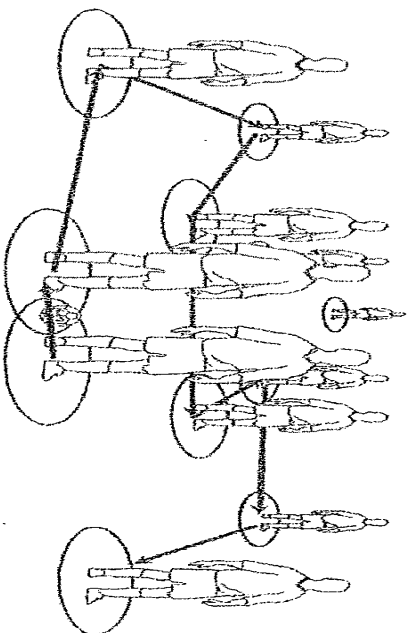
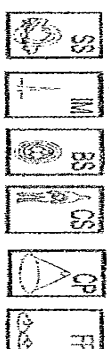


FIG. 80



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

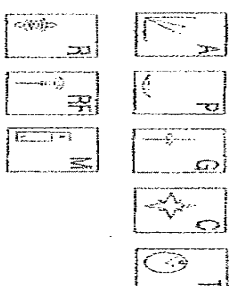
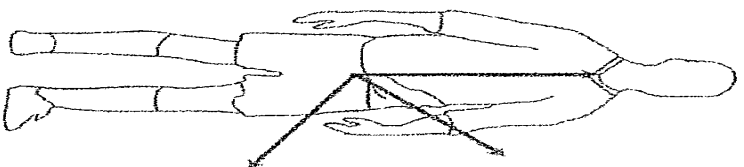


FIG. 81



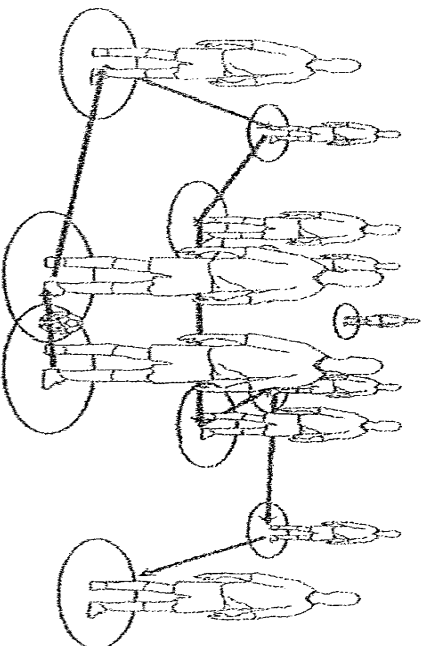
arquitectura
de detecção



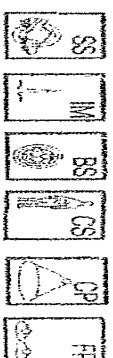
modalidades
potenciais



FIG. 82



arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais

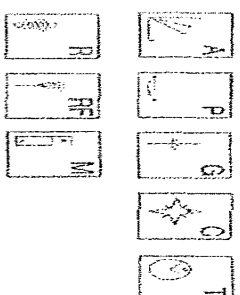
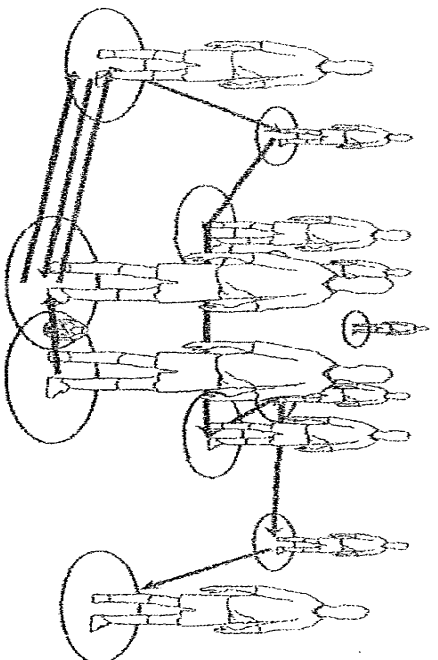
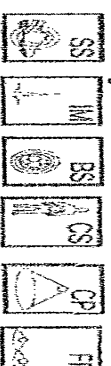


FIG. 83



arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais

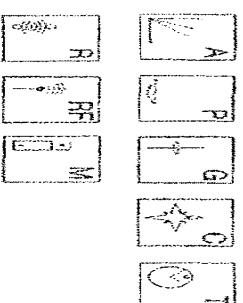
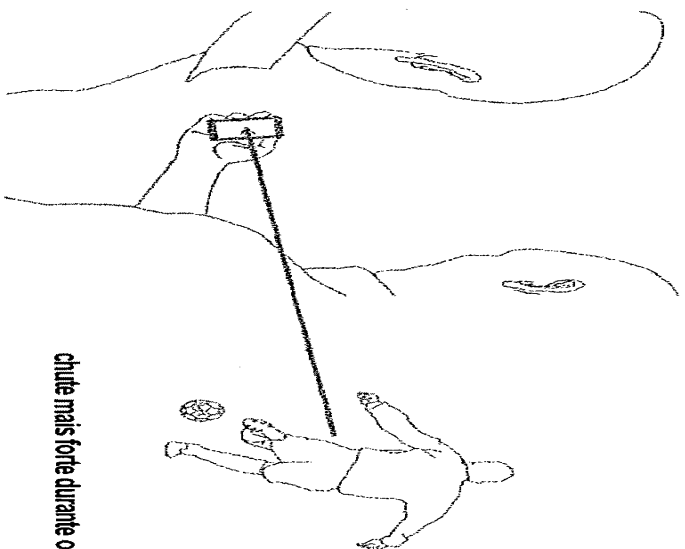


FIG. 84



chute mais forte durante o jogo

arquitura
de detecção



modalidades
potenciais

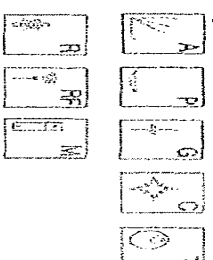
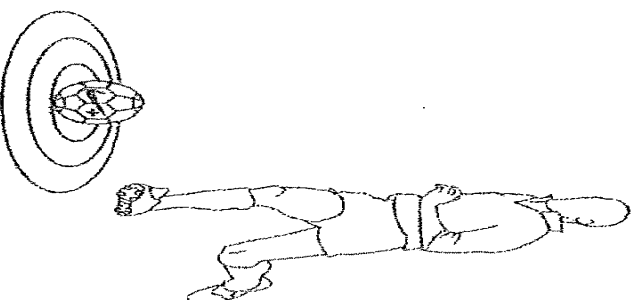


FIG. 85



arquitura
de detecção



modalidades
potenciais

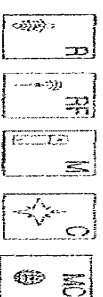


FIG. 86

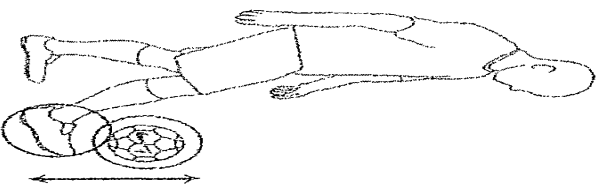
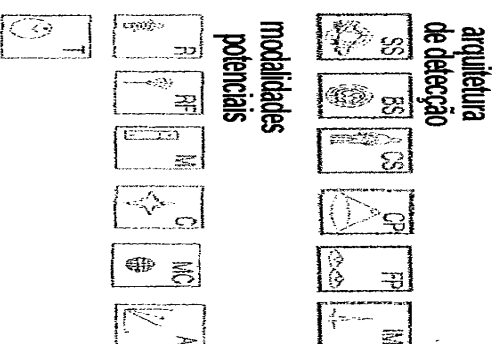


FIG. 87

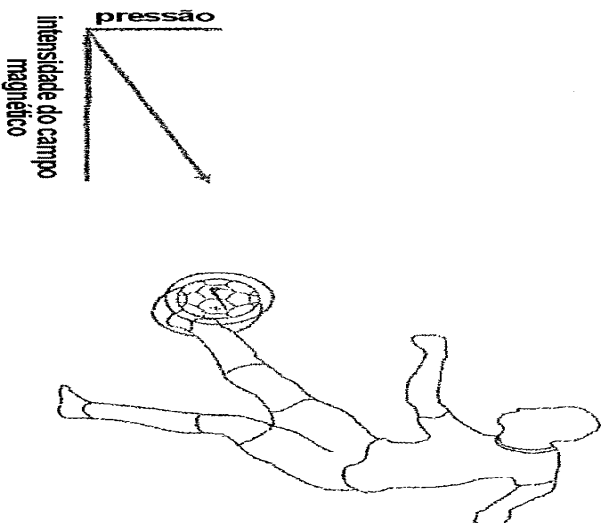
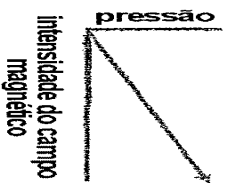
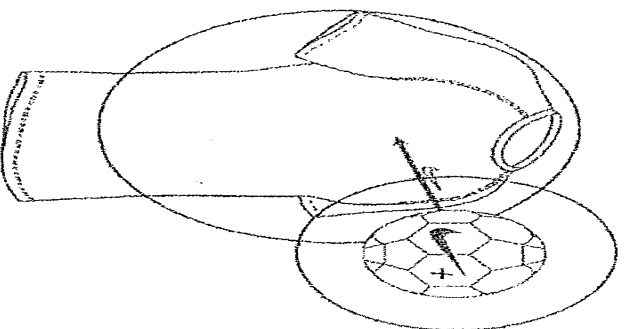
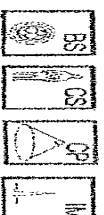


FIG. 88



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

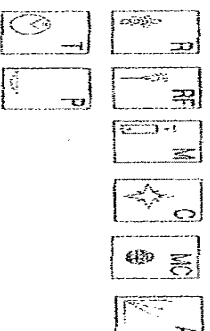
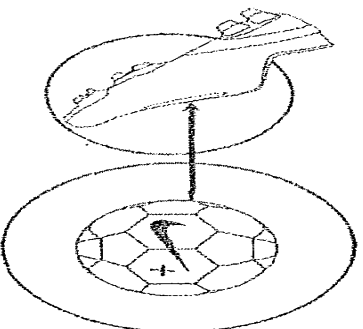
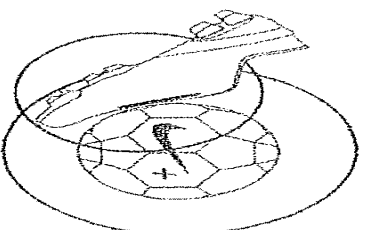


FIG. 89



arquitectura
de detecção



modalidades
potenciais

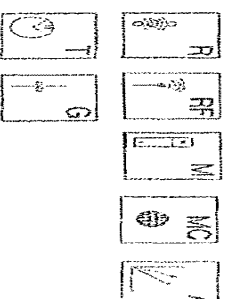


FIG. 90

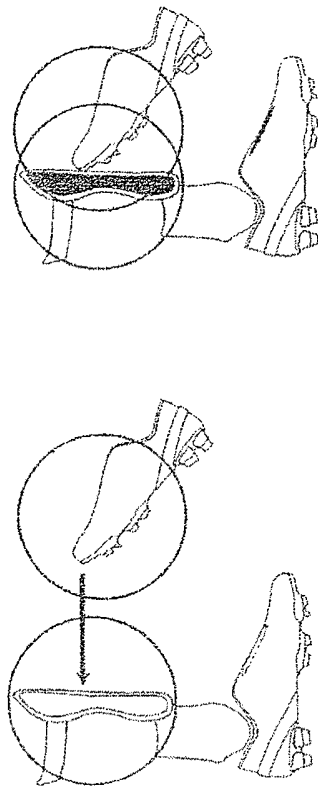
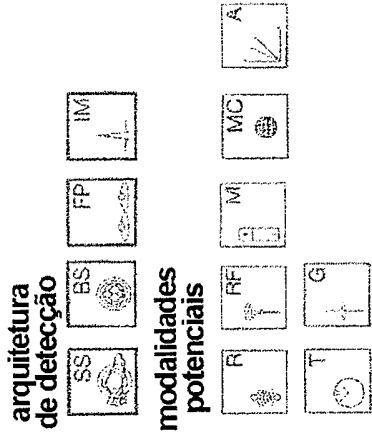


FIG. 91

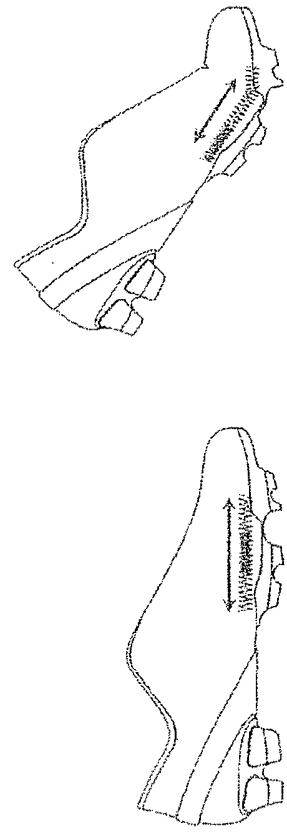
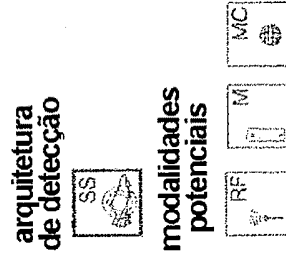
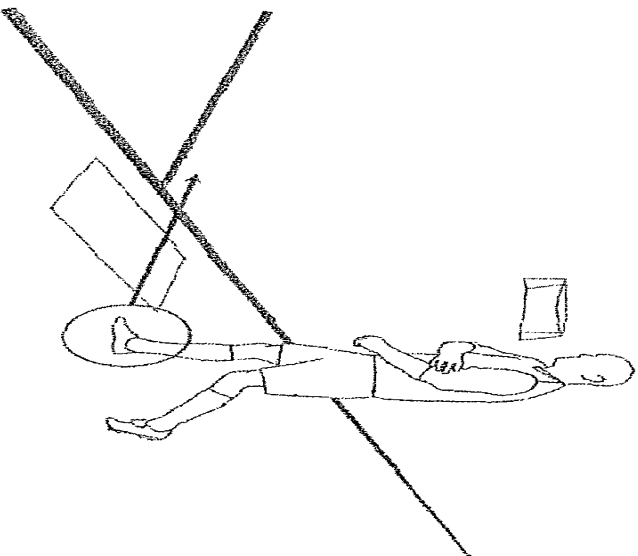


FIG. 92



arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais

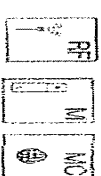
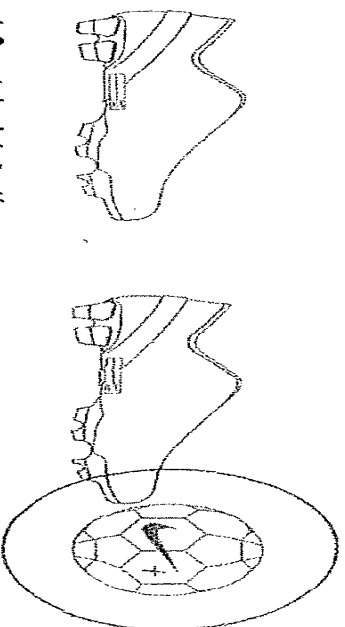


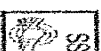
FIG. 93



1. Comutador de irrá está
em posição de repouso

2. Bola se aproxima e comutador é
puxado para cima para ativar contato
que mostra proximidade da bola

arquitetura
de detecção



modalidades
potenciais



1 2 3 4

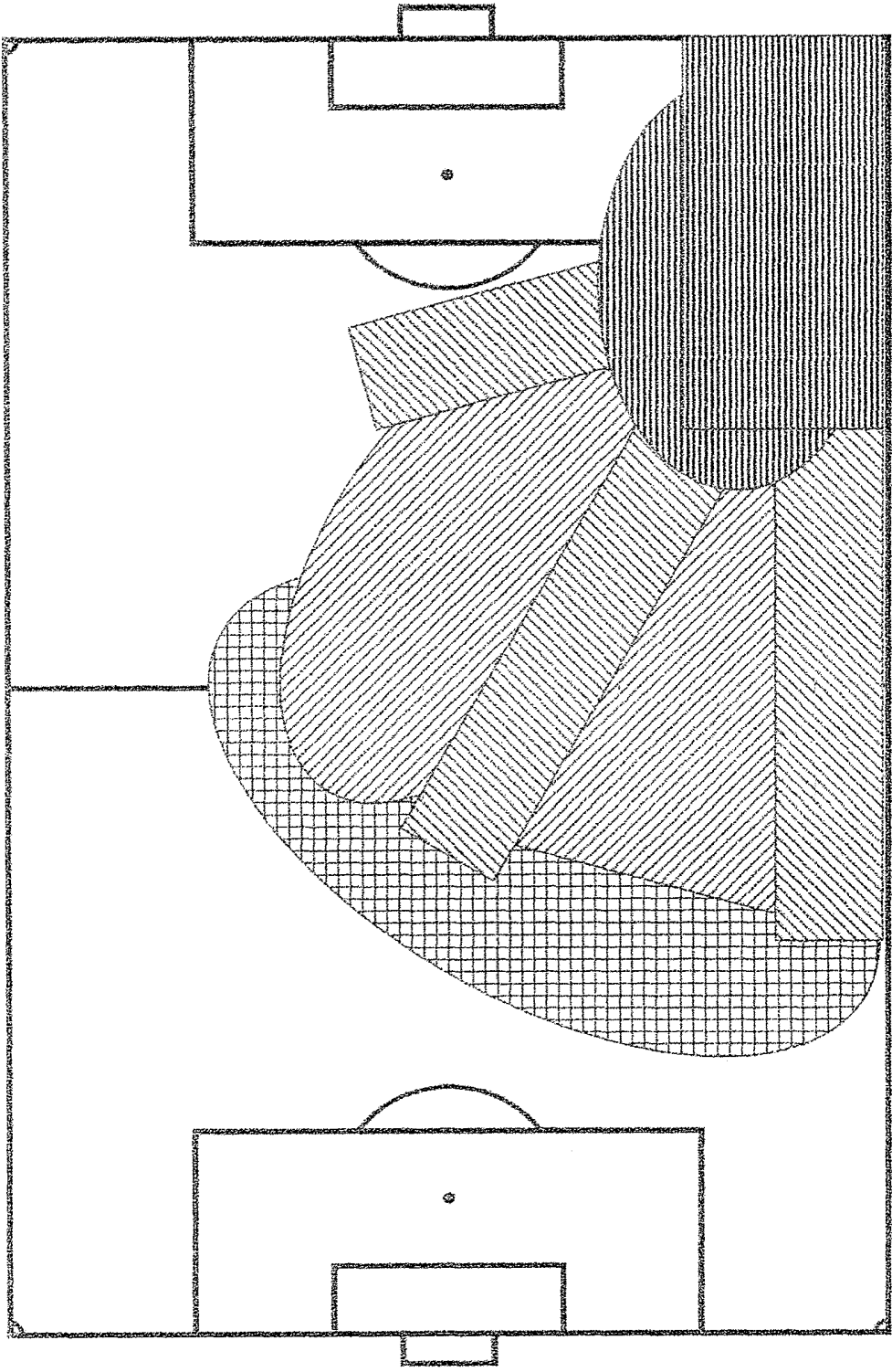


FIG. 94

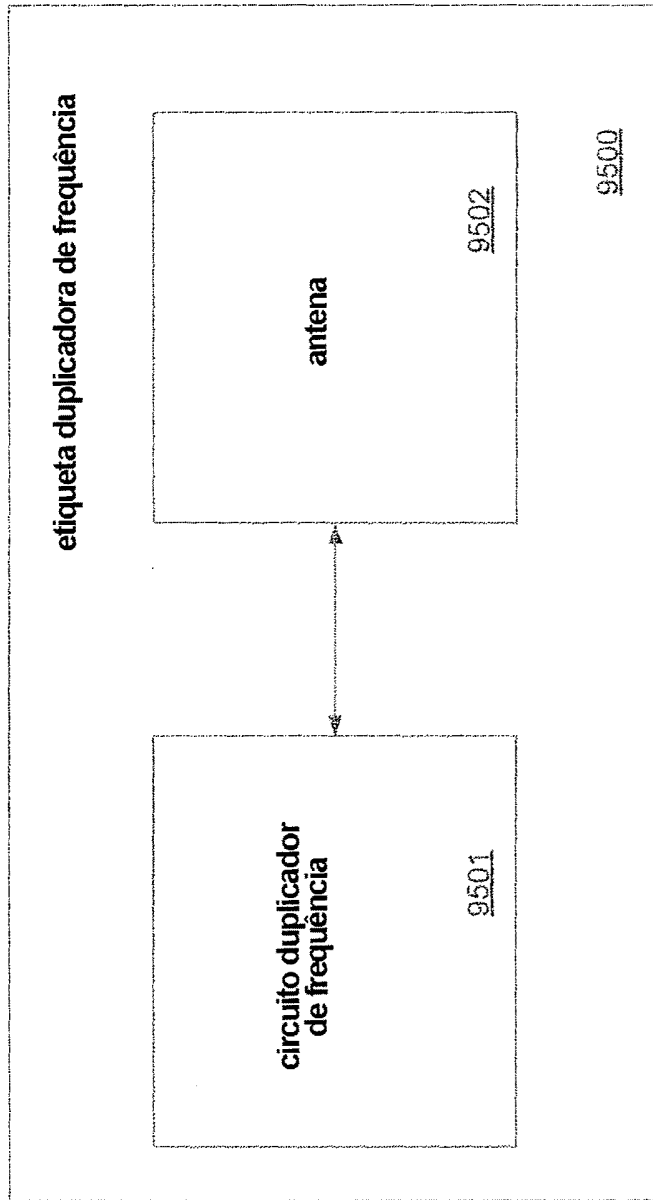
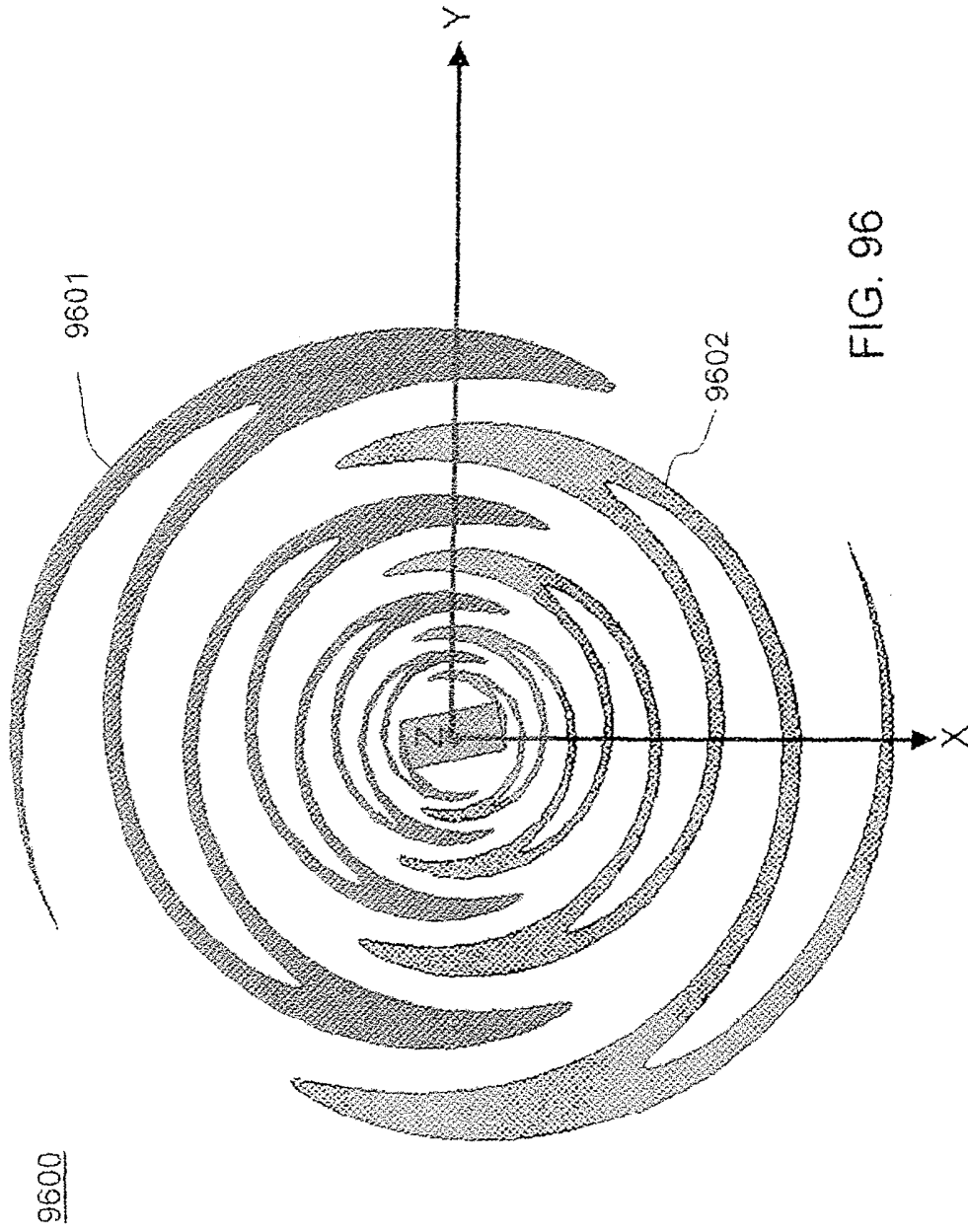


FIG. 95



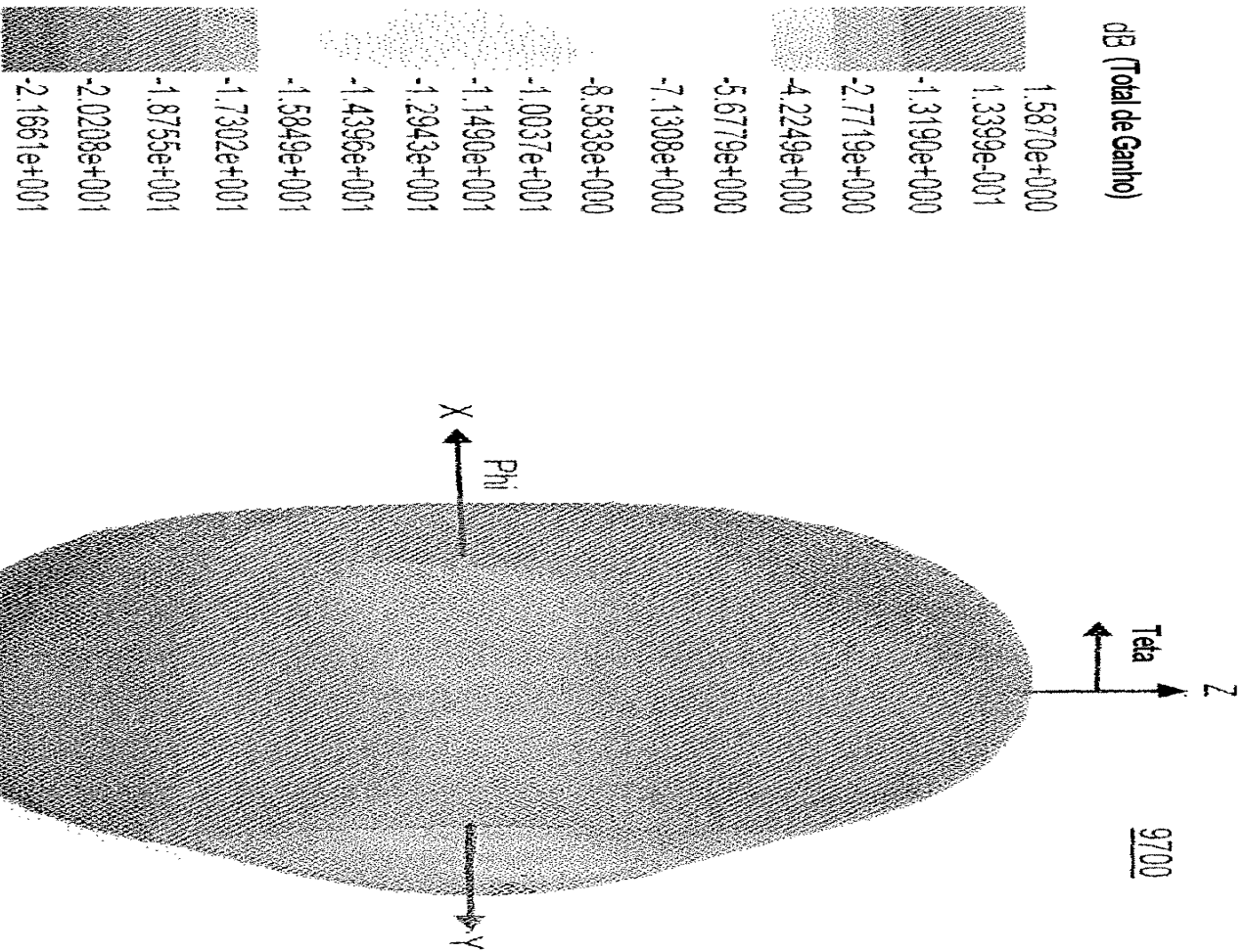


FIG. 97

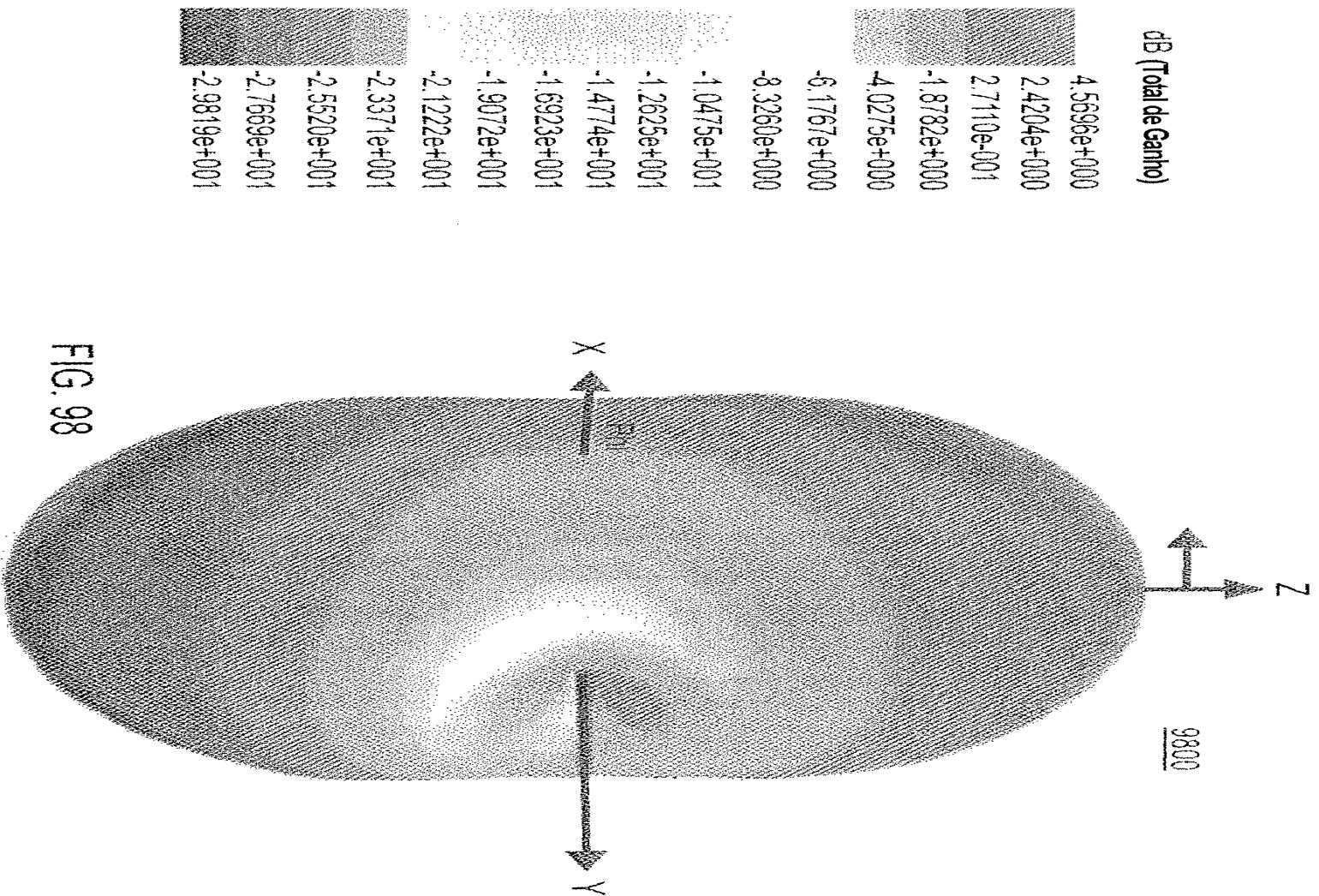


FIG. 98

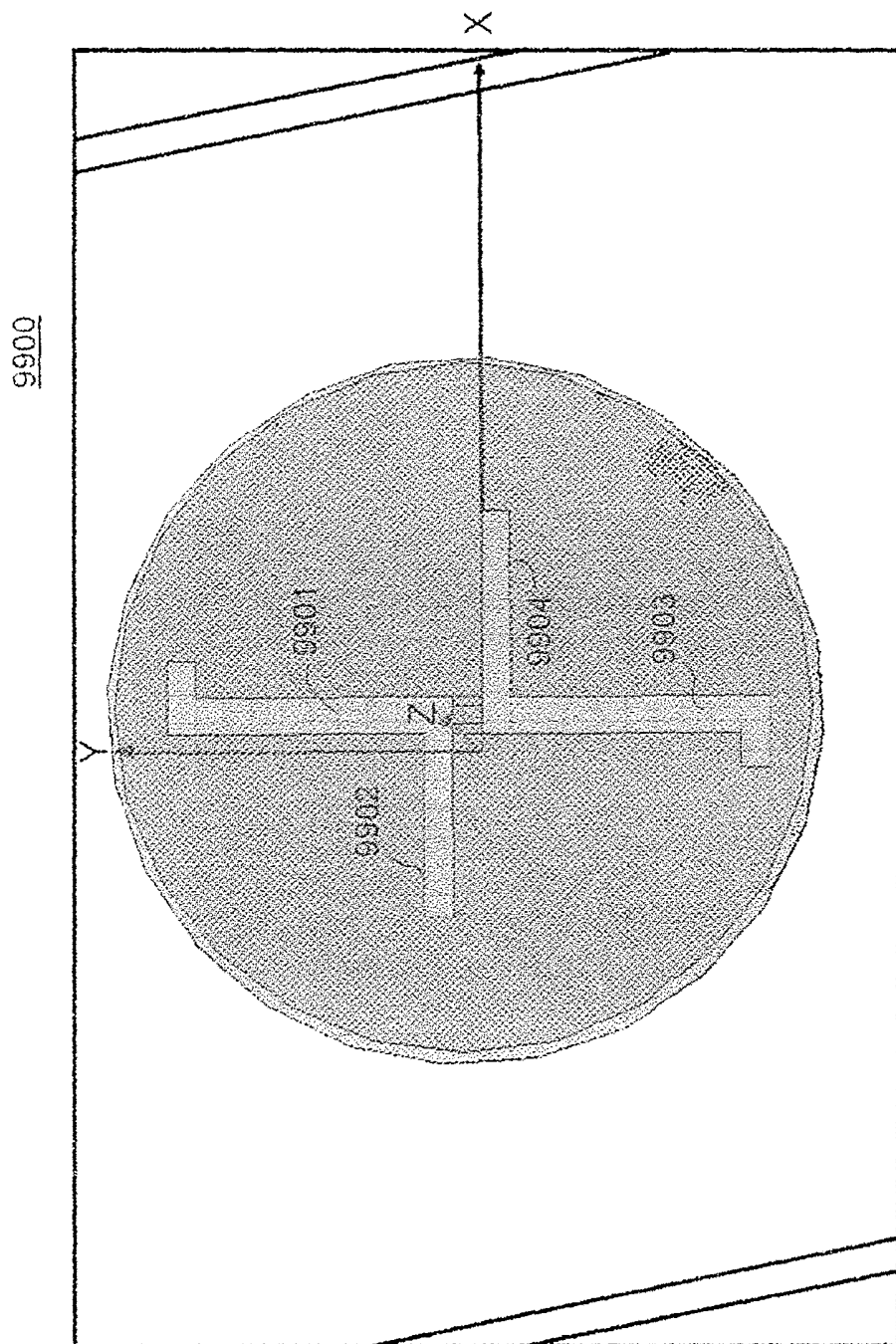


FIG. 99

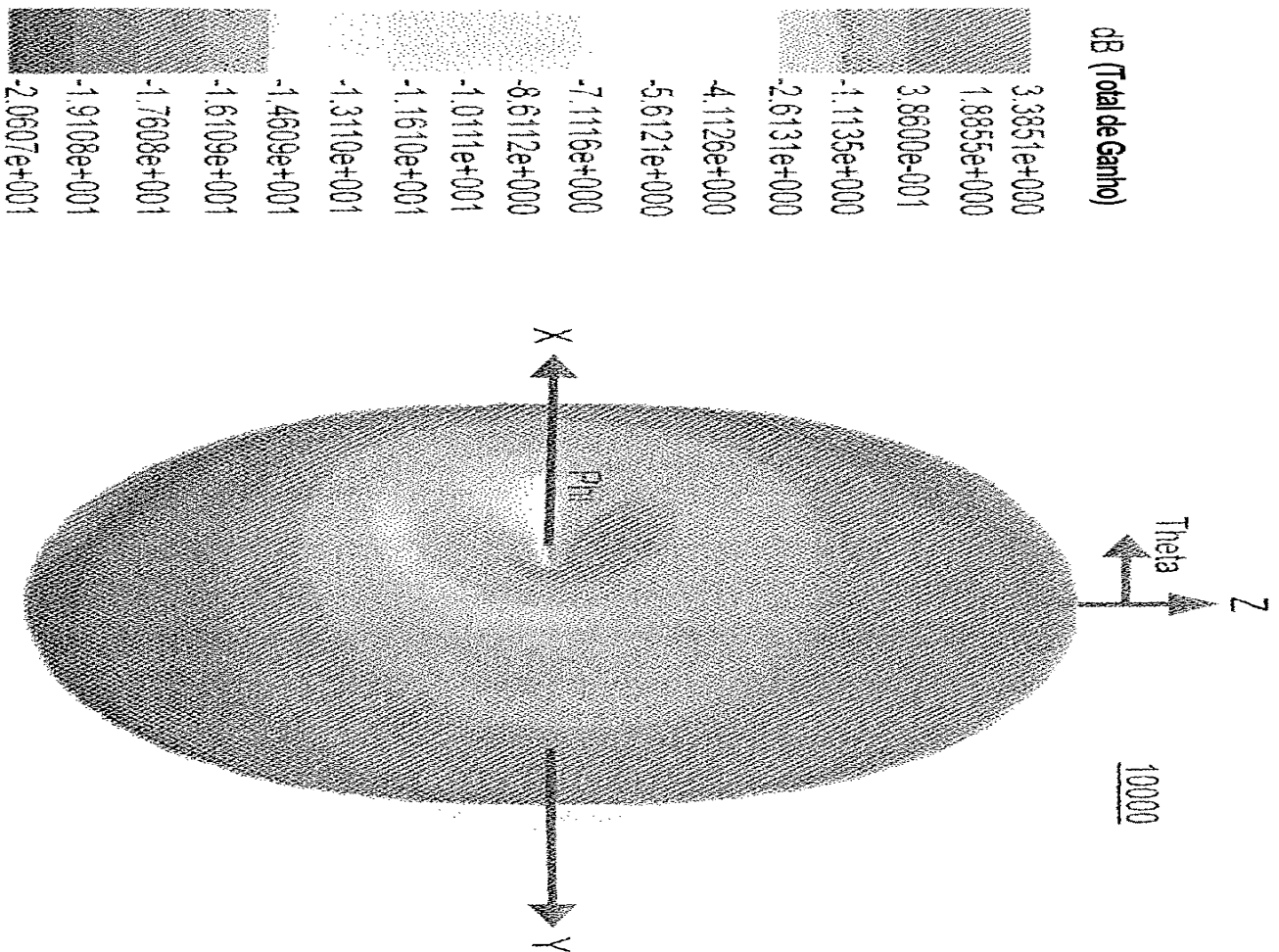


FIG. 100

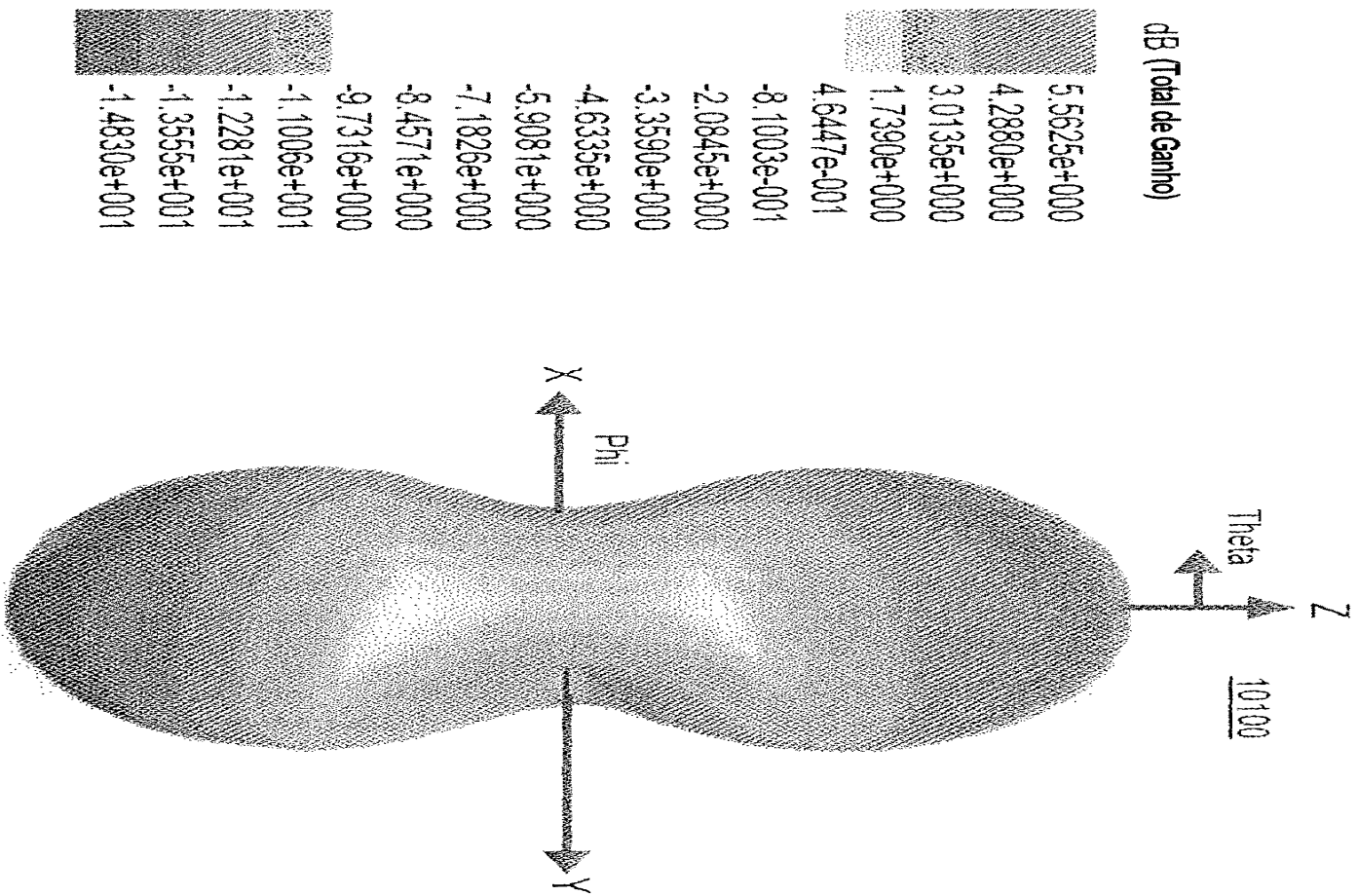


FIG. 101

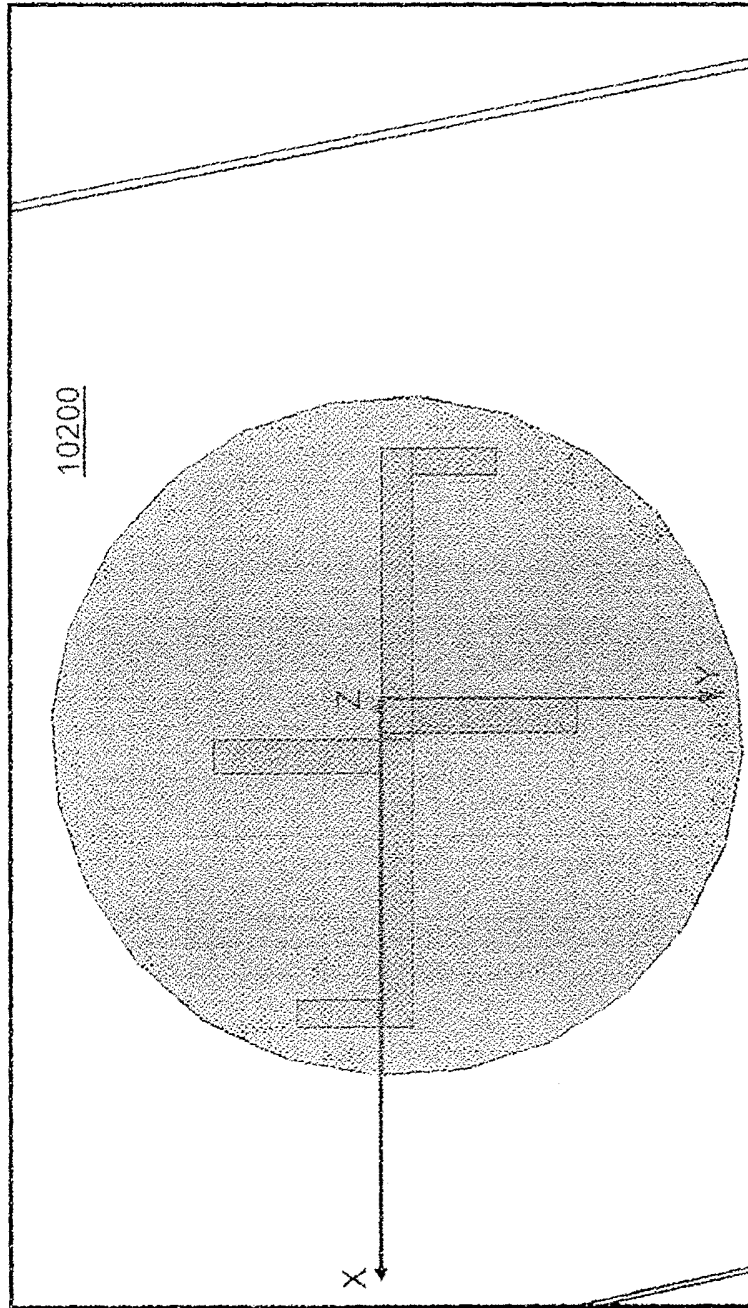


FIG. 102

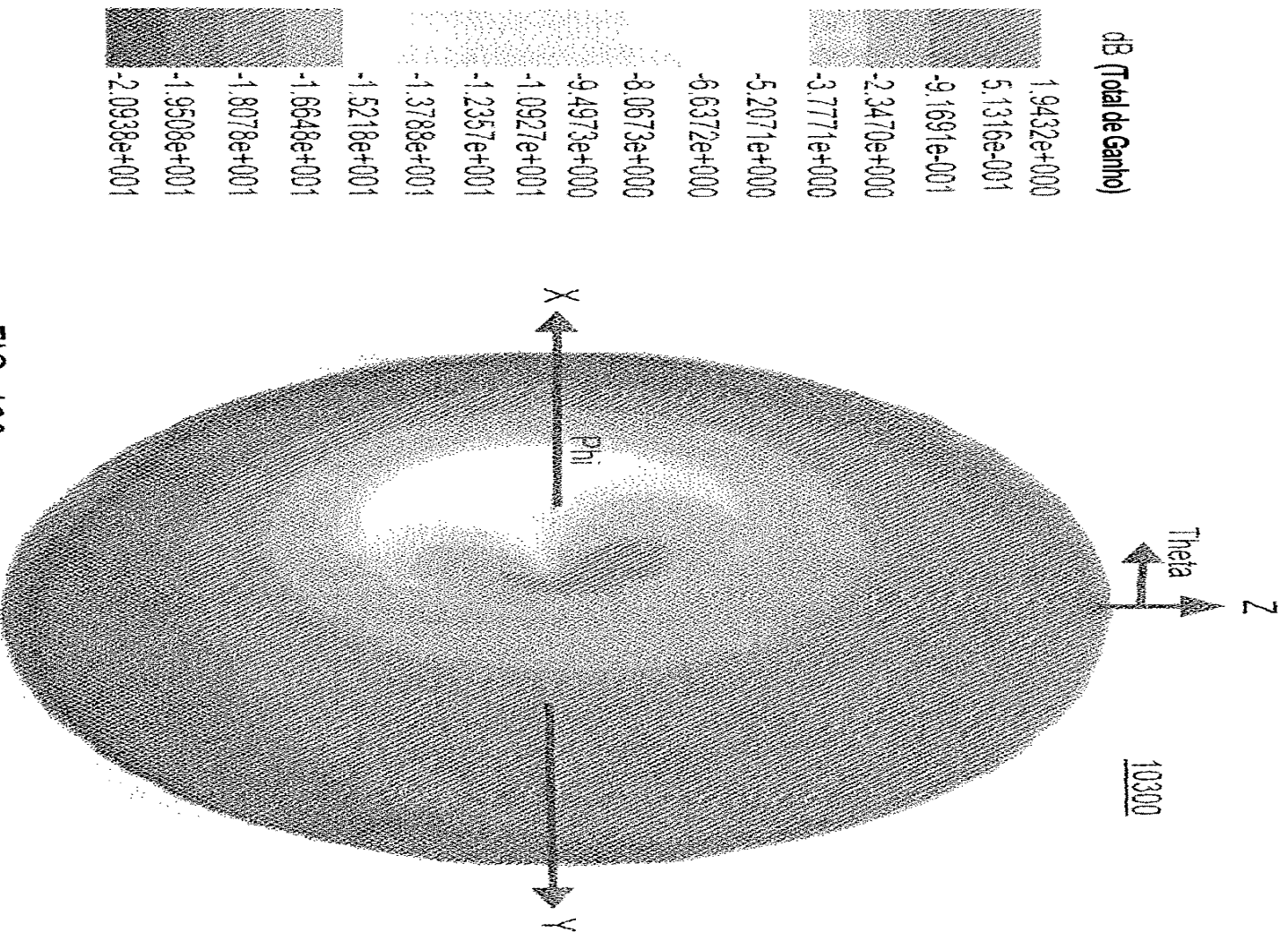


FIG. 103

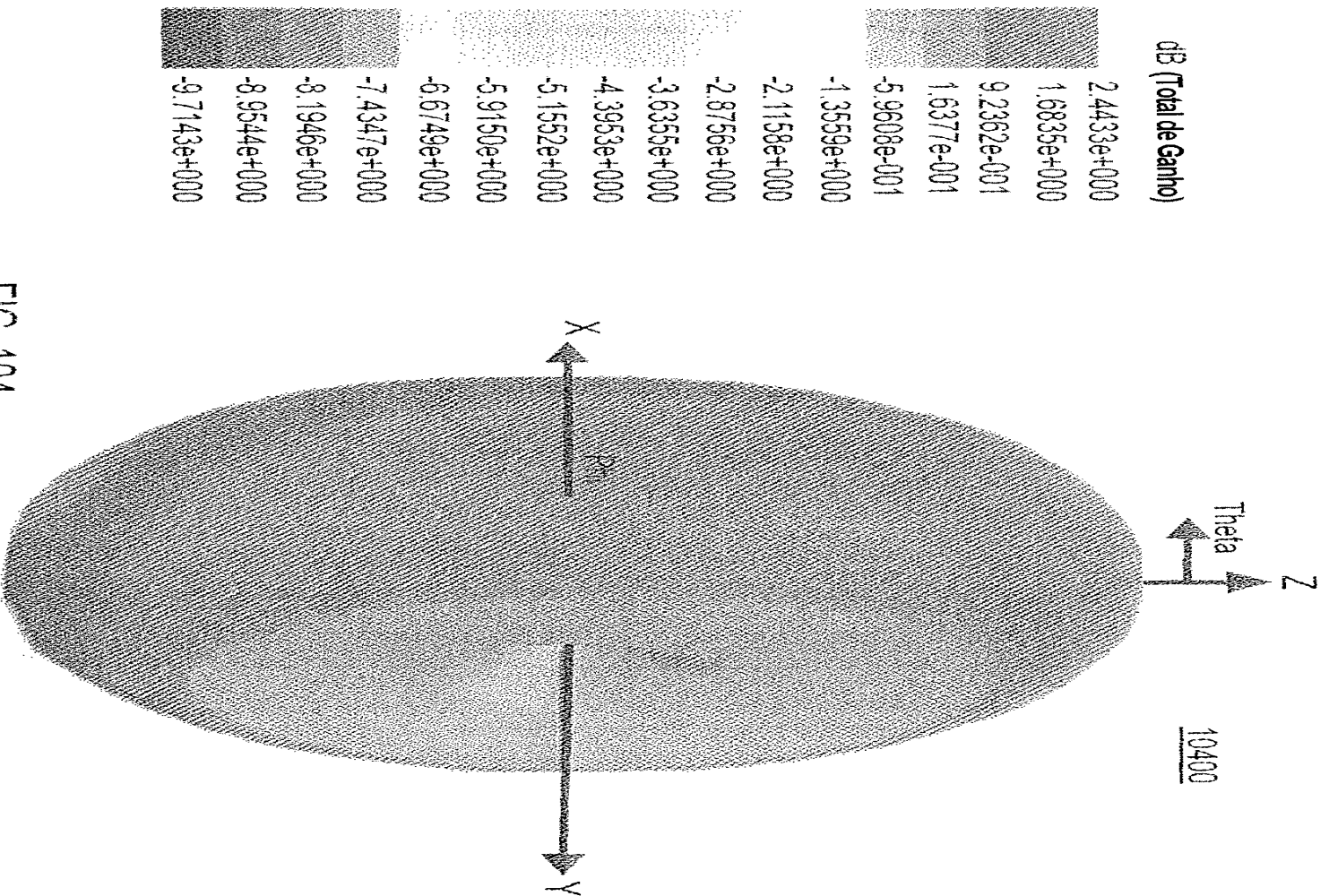


FIG. 104

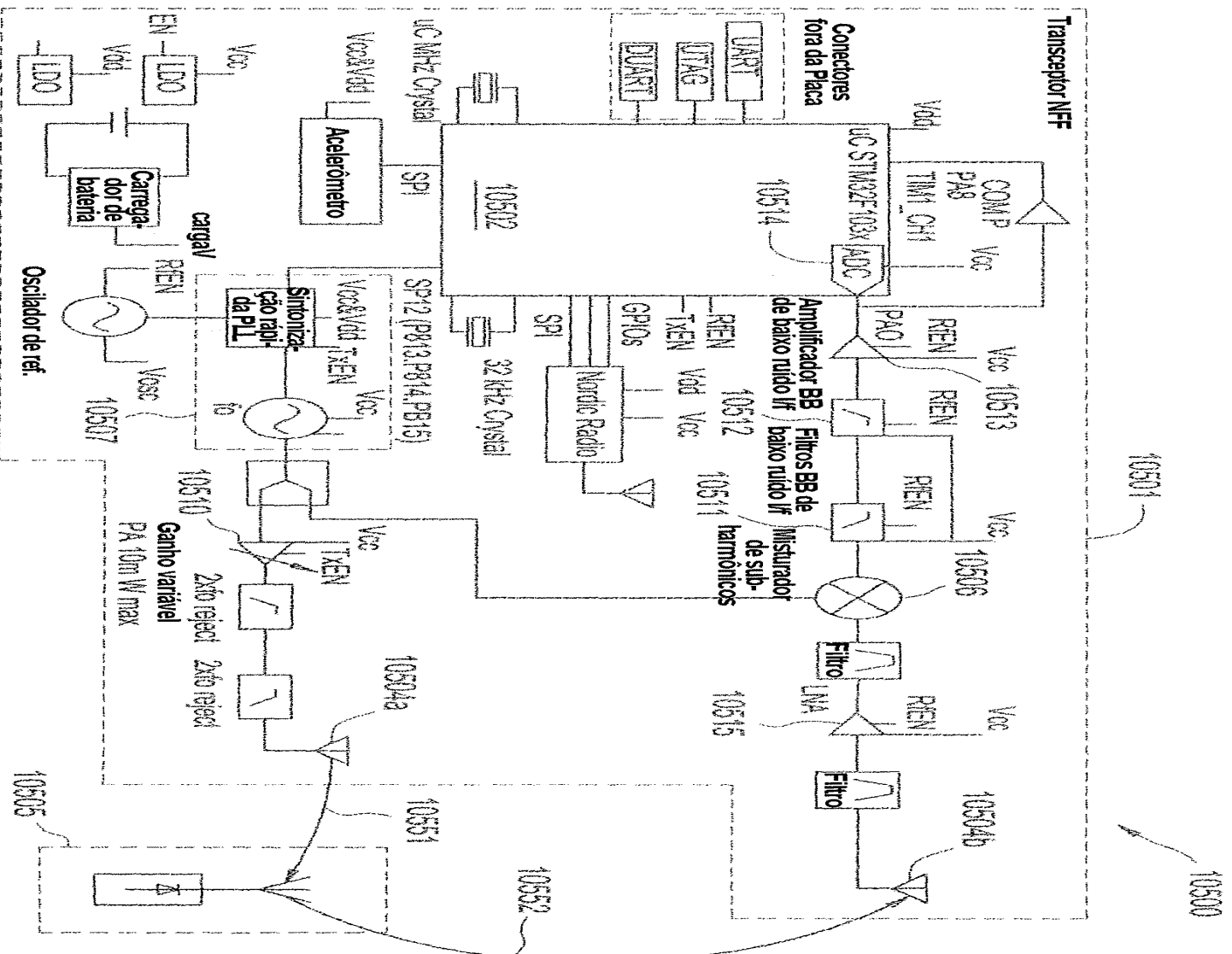


FIG. 105

10600

Distância/m	SNR /dB	Intensidade de sinal calculada e simulada/dBm
.74	10	-132.2
.7	11.5	-130.7
.6	15.7	-126.5
.5	20.6	-121.6
.4	26.6	-115.6
.3	34.4	-107.8
.2	45.1	-97.1
.1	62.7	-79.5

FIG. 106

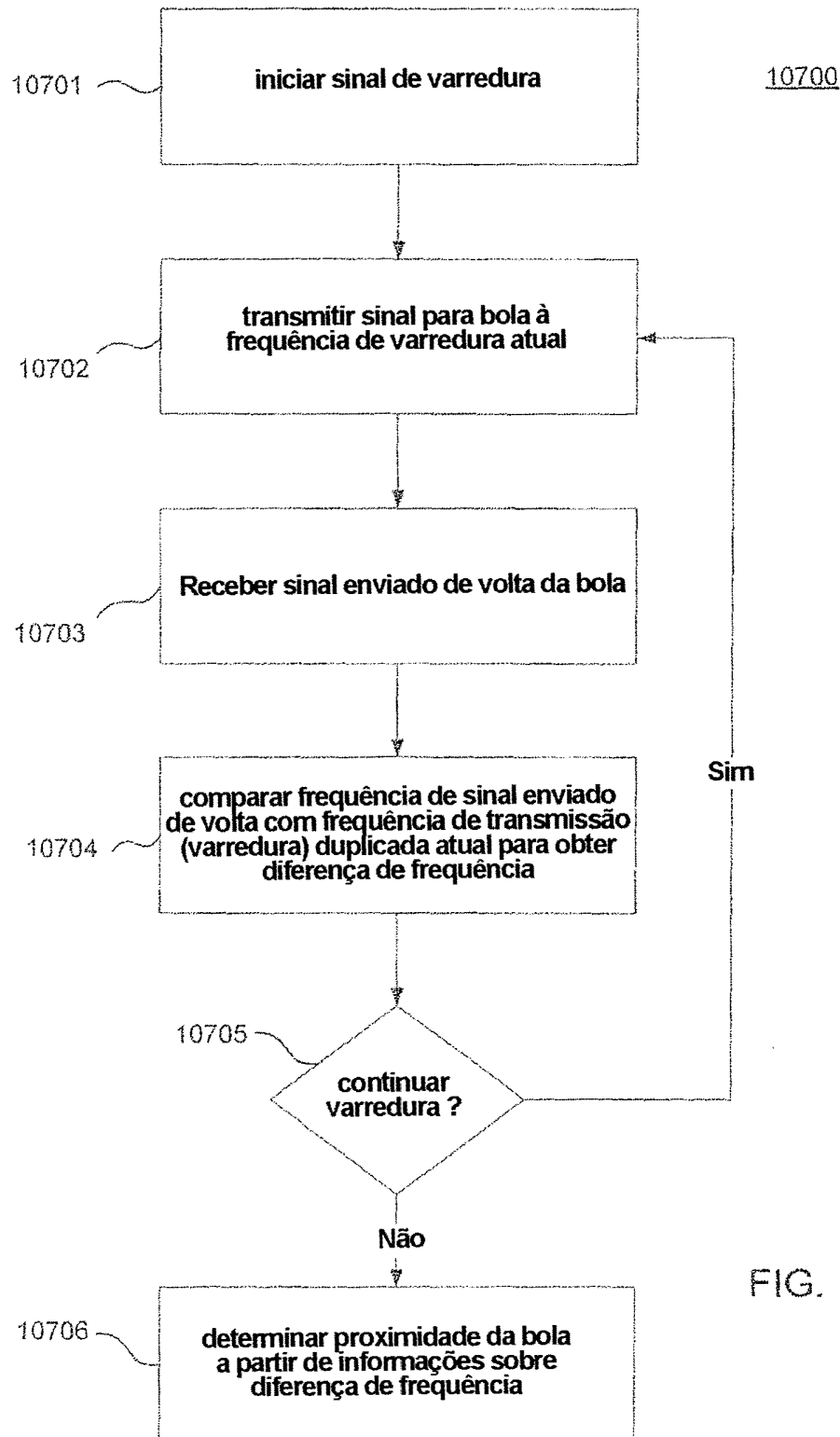


FIG. 107

RESUMO**“SISTEMAS E MÉTODOS DE MONITORAMENTO DE DESEMPENHO ATLÉTICO EM AMBIENTE DE ESPORTES EM EQUIPE”**

5 Sistemas, aparelhos e métodos estimam a distância entre um jogador e uma bola transmitindo um pio (sinal de varredura) para uma rádio-etiqueta localizada na bola. Durante o pio, a frequência do sinal transmitido é alterada de maneira predeterminada. A rádio-etiqueta duplica a frequência transmitida e envia de volta o sinal processado a um transceptor localizado no(a) jogador(a). A frequência atualmente transmitida é em seguida comparada com a frequência recebida de modo a se obter uma diferença de frequência a partir da
10 qual o aparelho pode estimar a distância. O aparelho pode receber simultaneamente o sinal processado da rádio-etiqueta enquanto transmite o sinal de varredura.