

**SISTEMA DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO COM MONITORAMENTO E  
ORIENTAÇÃO REMOTA ADAPTADO PARA O TREINAMENTO DE  
ATLETAS CEGOS EM PISTA DE ATLETISMO**

Autor:

**Acad. Henrique dos Santos Felipetto**

Orientador:

**Profº Dr. Adão Robson Elias**

Pesquisadores Colaboradores:

**Profº Dr. Edison Duarte**  
**Profº Dr. José Júlio Gavião de Almeida**

Instituição de Vinculo:

**Universidade Federal de Santa Maria**  
**Colégio Politécnico da UFSM**

Endereço: Av. Roraima, nº1000, Prédio 70 Bairro Camobi – Santa Maria / RS  
CEP: 97105-900 Fone: 055 3220 9420 Email: robson@politecnico.ufsm.br

Instituição de Desenvolvimento da Pesquisa:

**Universidade Estadual de Campinas**  
**Faculdade de Educação Física**

Endereço: Av. Érico Veríssimo, nº701, Cidade Universitária,  
Barão Geraldo, Campinas – SP  
CEP: 13083-851 Fone: (19) 3521 6786  
E-mail: edison@fef,unicamp.br

SANTA MARIA – RS,  
Agosto de 2012.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| LISTA DE SIGLAS .....                  | 3  |
| LISTA DE FIGURAS .....                 | 4  |
| 2. OBJETIVOS .....                     | 10 |
| 3. SUJEITOS, MATERIAL E MÉTODOS .....  | 11 |
| 3.1. Sujeitos.....                     | 11 |
| 3.2 Material.....                      | 11 |
| 3.3. Método.....                       | 12 |
| 3.3.2. Funcionamento simplificado..... | 15 |
| 3.3.3. Procedimentos .....             | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....       | 18 |
| 5. CONCLUSÕES .....                    | 28 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....    | 30 |

## **LISTA DE SIGLAS**

**AVL:** *Automatic Vehicle Location*

**CBDC:** Confederação Brasileira de Desportos para Cegos

**EB:** Estação Base

**EM:** Estação Móvel

**FEF:** Faculdade de Educação Física

**GPRS:** *General Packet Radio Service*

**GPS:** *Global Position Systems*

**GSM:** *Global System for Mobile*

**IAAF:** Federação Internacional de Atletismo

**IBSA:** *International Blind Sports Federation*

**ITS:** Instituto de Tecnologia Social

**MCT:** Ministério da Ciência e Tecnologia

**PC:** *Personal Computer*

**SANMOR:** Sistema de Auxílio à Navegação com Monitoramento e Orientação Remota

**SECIS:** Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social

**SIG:** Sistema de Informações Geográficas

**TA:** Tecnologia Assistiva

**UFSM:** Universidade Federal de Santa Maria

**UNICAMP:** Universidade Estadual de Campinas

**UTM:** UTM – Universal Transverse de Mercator

**VHF:** *Very High Frequency*

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1:** Localização da Estação Móvel em relação a Estação Base

**Figura 2:** Estação Móvel

**Figura 3:** Fluxo simplificado do Sistema de Auxílio à Navegação com Monitoramento e Orientação Remota (SANMOR)

**Figura 4:** Base Cartográfica Existente

**Figura 5:** Mapa de Risco

**Figura 6:** Atleta portando o equipamento

**Figura 7:** Atleta portando o rádio comunicador, fone de ouvido e microfone

**Figura 8:** Ajustes feitos no rádio e entrosamento atleta-monitor

**Figura 9:** Exemplo de visualização em tempo real do deslocamento do atleta

**Figura 10:** Relatório Parcial do turno da manhã

**Figura 11:** Relatório Parcial do turno da tarde

## 1.INTRODUÇÃO E ANTECEDENTES NA LITERATURA

Segundo a Confederação Brasileira de Desportos para Cegos - CBDC (2007), o atletismo é hoje o esporte mais praticado nos mais de 70 países filiados à Federação Internacional de Desportos para Cegos - IBSA (*International Blind Sports Federation*). Além dos Jogos Paraolímpicos, fazem parte de seu calendário, Maratonas, Jogos Mundiais e Campeonatos Mundiais para Jovens. Entretanto, o que contribui para a difusão da modalidade é o fácil acesso e a naturalidade dos movimentos, já que correr, saltar, nadar, lançar e arremessar são ações que proporcionam a sobrevivência do homem. Ainda, segundo a CBDC (2007), o atletismo para deficientes visuais é constituído basicamente por quase todas as provas que compõem as regras oficiais da Federação Internacional de Atletismo (I.A.A.F.), com exceção daquelas de salto com vara, lançamento do martelo, corridas com barreira e obstáculos.

Conforme Filho *et al.* (2004), o atletismo para pessoas com deficiência visual segue a mesma lógica do esporte convencional. No entanto, suas regras são alteradas somente para possibilitar a participação das pessoas que não recebem ou recebem de maneira muito limitada as informações visuais. Portanto, o atletismo para deficientes visuais tem as seguintes provas: corridas de velocidade (100, 200 e 400 metros), corridas de meio fundo (800 e 1500 metros), corridas de fundo (5000 e 10000 metros), corridas de revezamento (4x100 e 4x400 metros), corridas de pedestrianismo (provas de rua e maratona), saltos (triplo, distância e altura), arremessos e lançamentos (peso, dardo e disco) e provas combinadas (pentatlon – disco, peso, 100, 1500 e distância).

As provas são divididas por grau de deficiência visual (B1, B2 e B3) e as regras são adaptadas para os atletas B1 e B2. Para esses, é permitido o uso de sinais sonoros e de um guia, que corre junto com o competidor para orientá-lo. Eles são unidos por uma corda presa às mãos e o atleta deve estar sempre à frente. As modalidades para os competidores B3 seguem as mesmas regras do atletismo regular (CBDC, 2007).

Segundo a CBDC (2007), a classificação oftalmológica é a formatação escolhida pela Federação Internacional de Esportes para Cegos – IBSA para legitimar ou não a participação de uma pessoa nas competições oficiais para cegos e deficientes visuais regidas pela Federação e por suas filiadas.

As classes visuais reconhecidas pela IBSA são as seguintes:

B1: De nenhuma percepção luminosa em ambos os olhos até a percepção de luz, mas com incapacidade de reconhecer o formato de uma mão a qualquer distância ou direção;

B2: Da capacidade de reconhecer a forma de uma mão até a acuidade visual de 2/60 e/ou campo visual inferior a 5 graus;

B3: Da acuidade visual de 2/60 a acuidade visual de 6/60 e/ou campo visual de mais de 5 graus e menos de 20 graus.

Todas as classes considerando o melhor olho, com a melhor correção, ou seja, todos os atletas que utilizem lentes de contato ou lentes corretivas deverão usá-las para enquadramento nas classes que pretendam competir usando-as ou não.

A atividade física para o deficiente visual é de suma importância para seu desenvolvimento corporal, colaborando sobremaneira para sua integração social. Sua prática atua em diversos campos sendo os principais o motor, o afetivo e o social. A ativação do campo motor destina-se ao aprimoramento da locomoção, equilíbrio, agilidade e amplitude de movimentos, etc. A parte afetiva é ativada pela prática do exercício, através de aspectos como realização pessoal, melhora de auto-estima, auto-confiança, etc. Por fim, no campo social, o deficiente visual é beneficiado na prática da atividade física, devido à oportunidade que esta traz, de convívio com pessoas num meio lúdico e agradável (MONTEIRO, 2005).

Apesar dos benefícios que a atividade física pode trazer para as pessoas de um modo geral, as pessoas cegas normalmente apresentam um nível menor de estímulos, pois possuem medo do desconhecido e,

consequentemente, de se machucar. Na verdade, elas não se arriscam sem ter um auxílio de um guia ou conhecer muito bem o meio que irão percorrer, o que reflete em menores oportunidades de ações e, consequentemente, em um nível acentuado de sedentarismo (FILHO *et al.*, 2004).

No atletismo adaptado para atletas deficientes visuais, os atletas B1 e B2 possuem direito de correr em duas raias, unidos por uma guia de 5 a 50 cm, ao atleta-guia. O atleta-guia poderá passar instruções de colocação e posição nas raias para o atleta, mas estará impedido de dar orientações técnicas e de pronunciar palavras de motivação aos atletas deficientes visuais (IBSA, 2007). Entretanto, se fosse desenvolvida uma tecnologia assistiva (TA) para adaptação do treinamento autônomo em pista de atletismo, de forma a orientar a navegação de atletas cegos, em corridas de velocidade, meio fundo e fundo; essa atividade poderia ser viabilizada. Isso porque, segundo a Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (SECIS), o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) em parceria com o Instituto de Tecnologia Social (ITS); a Tecnologia Assistiva (TA) é um termo que, de modo geral, vem sendo empregado para designar qualquer produto utilizado por pessoas com deficiências e/ou pessoas idosas, com a função de melhorar a autonomia e a qualidade de vida. É um termo amplo, que envolve inúmeras possibilidades do desempenho humano, em tarefas básicas de autocuidado (como mobilidade, comunicação, preparo de alimentos) até atividades mais complexas de lazer e de trabalho (ASSISTIVA, 2006).

Dessa forma, a navegação com orientação remota em pistas de atletismo poderia ser baseada em pontos de referências, constituídas por informações auditivas, como comandos de voz, olfativas ou táteis, pois, segundo Loomis; Klatzky; Golledge (2001), o *Patch integration*, que traduzido significa “integração do caminho”, constitui um meio eficaz que permite ao indivíduo aventurar-se no ambiente, integrando as informações fragmentadas de pontos de referências exteriores a uma representação coerente do ambiente.

Mediante essa problemática da adaptação de recursos, surgiu a idéia desta pesquisa de desenvolver uma tecnologia assistiva para o monitoramento, navegação e orientação remota adaptada, com a utilização do GPS (*Global Positioning System*). Esse pode oferecer ao atleta deficiente visual uma situação de independência durante o seu treinamento, pois o monitor orientador poderá acompanhar o cego por um programa de AVL (*Automatic Vehicle Location*) adaptado para orientá-lo durante sua navegação, com o método de posicionamento absoluto em tempo real, com uma margem de erro, segundo Monico (2000), de 95% do tempo abaixo de 10 metros. Dessa forma, Elias (2003) afirma em suas pesquisas que o erro médio obtido em uma coleta de aproximadamente 20 pontos foi de 1,339 m, precisão que é aceitável para a orientação na prática de atletismo.

Outra tecnologia embarcada nesse sistema é o GPRS (General Packet Radio Service) que, de acordo com Pinheiro (2004), nada mais é do que uma tecnologia baseada em uma rede de pacotes (suportando IP e X.25), para o tráfego de dados em redes de comunicações móveis como, por exemplo, redes GSM e não um padrão de tecnologia de redes sem fio que requer equipamentos proprietários.

Pinheiro (2004) ainda afirma que o grande atrativo da tecnologia GPRS está na possibilidade de se manter uma conexão “permanente” de dados (“always on”) e, assim, os usuários não precisam conectar o sistema toda vez que necessitarem de acesso aos serviços. Outra vantagem é que a tarifação é feita apenas sobre os dados efetivamente transmitidos e, dessa forma, o usuário não paga pelo tempo de conexão.

Essa tecnologia oferece grande vantagem ao sistema de auxílio à navegação com monitoramento e orientação remota adaptado para o treinamento de atletas cegos em pista de atletismo, porque permite monitorar o atleta de qualquer lugar, desde que se tenha sinal de celular e sinal GPS.

Conforme Monico (2000), têm-se verificado outras aplicações do GPS, quer sejam científicas ou de caráter prático. No que concerne ao último aspecto, pode-se citar o uso do GPS no controle de frotas de veículos (AVL).



Na realidade, o GPS é apenas um componente do sistema, mas essencial, pois fornecerá ao interessado o trajeto realizado pelo veículo ou pelo indivíduo monitorado. Se essas informações estiverem integradas a um SIG (Sistema de Informação Geográfica) apropriado, várias decisões podem ser tomadas de forma otimizada, como, por exemplo, sobre o melhor caminho a ser seguido. Essa é uma resposta que pode auxiliar no salvamento de vidas (ambulâncias, bombeiros, viaturas policiais), no turismo, lazer e práticas esportivas (locação de veículo, pessoas e cartas de navegação) etc.

A integração dos sistemas de GPS, AVL, SIG e GPRS propocionam o monitoramento e a orientação remota, até mesmo sem nenhum contato visual, o que dá ao atleta uma autonomia no seu treinamento, além de garantir as condições de segurança no caso de perda de rota e possíveis incidentes nos quais necessite o auxílio do monitor.

Para amenizar e prever possíveis incidentes e problemas referentes à segurança dos atletas, o monitor do treinamento deverá ter consigo um mapa de risco, que segundo POLI (2006) consiste na visualização gráfica dos riscos existentes nos ambientes de trabalho, esporte e lazer, através de cores específicas. Todas as empresas ou lugares públicos, independente do grau de risco e da quantidade de funcionários ou visitantes, devem possuir o mapa de risco. No mapa, os riscos são caracterizados graficamente por cores e círculos. As cores definem o tipo de risco, enquanto a dimensão do círculo define sua gravidade, com o maior tamanho significando o maior risco. Quanto à relação entre cores e riscos, tem-se que: verde representa risco físico; vermelho, químico; marrom, biológico; amarelo, ergonômico; e azul, mecânico.

Mediante o referencial teórico apresentado até aqui, considerou-se a hipótese de que é possível proporcionar ao atleta deficiente visual uma autonomia em seus treinamentos em pista de atletismo, em corridas de velocidade, meio fundo e fundo, a partir de um monitoramento da navegação do atleta e orientação remota adaptada para cegos, proporcionando o aspecto motivacional da autonomia de treinamento.

Segundo pesquisa bibliográfica preliminar, a partir de periódicos de revistas científicas e outros meios de pesquisa, nenhum trabalho foi encontrado no intuito de desenvolver tecnologia assistiva para dar autonomia para os deficientes visuais da classe B1 nos treinamentos em pistas de atletismo. Existem alguns trabalhos referentes à tecnologia assistiva para navegação autônoma de cegos, mas todos voltados para o deslocamento em áreas urbanas. Entretanto, o que se pretende nesta pesquisa é dar autonomia de treinamento ao atleta deficiente visual B1 em pistas de atletismo. Portanto, esta pesquisa justifica a sua operacionalização, pois se trata de um estudo de caráter científico, autêntico e relevante.

## **2. OBJETIVOS**

Esta pesquisa teve como objetivo primordial implementar uma tecnologia assistiva para navegação de atletas cegos de categoria B1, com o auxílio de GPS, monitorando seu deslocamento nos treinamentos em pista de atletismo com a possibilidade de orientação remota quando e se necessário. Portanto, pretendeu-se dar autonomia de treinamento para esses atletas, de forma que os mesmos não necessitassem ser acompanhados por atletas-guia.

Para atingir o objetivo principal desta pesquisa, foram estabelecidos e conseqüentemente atingidos os seguintes objetivos específicos:

- Elaboração de uma base cartográfica digital detalhada da pista de atletismo utilizada para o treinamento;
- Elaboração do mapa de risco da pista de atletismo de forma que o atleta pudesse ser monitorado e orientado com segurança durante o seu treinamento;
- Implementação de uma solução AVL adaptada para o monitoramento, navegação e orientação de atletas deficientes visuais de categoria B1 em treinamento de corridas em pistas de atletismo

### **3. SUJEITOS, MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Sujeitos**

Participou do experimento o atleta velocista Thiago Lima de Souza, 23 anos, portador de necessidades especiais visuais da classe B1. Apesar de atualmente não fazer parte da equipe nacional, já teve experiências internacionais e possui uma base motora considerada 'ótima' pelos especialistas em jogos paralímpicos, o que inclui uma boa percepção espacial. Sua principal atividade esportiva é o atletismo, mais especificamente corridas de velocidade e, portanto, possui intimidade com o espaço que foi explorado no teste.

O participante foi recrutado através da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, em caráter voluntário.

Também participaram do experimento os alunos da FEF, Diego Henrique Gamero e Thiago Pinguelli Magalhães que atuaram como monitores-guia para a segurança do atleta caso houvesse uma possível falha no equipamento.

#### **3.2 Material**

Para execução da pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- a) 01 computador portátil (estação base);
- b) 01 receptor GPS de posicionamento absoluto (GPS de navegação);
- c) 01 celular GSM/GPRS para transmissão de dados.
- d) software TrackMaker PRO 4.1;
- e) 01 fone de ouvidos;
- f) 02 rádios comunicadores VHF.

O experimento foi realizado na cidade de Campinas, nas dependências da FEF - Faculdade de Educação Física da UNICAMP, na pista de atletismo.

### 3.3. Método

O projeto foi articulado em 4 fases:

**Fase 1:** Levantamento bibliográfico e de tecnologias compatíveis para implementação do projeto.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica aprofundada sobre a temática do projeto.

Também foram desenvolvidos um levantamento e uma avaliação técnica dos sistemas AVL disponíveis no Brasil, a fim de encontrar aquele que melhor se adequasse à tecnologia assistiva proposta pelo projeto. Para tanto, foram realizadas visitas técnicas junto às empresas desenvolvedoras e fabricantes dos sistemas AVL.

O modelo de AVL escolhido foi o Ratreator Tracker II, por ser um equipamento relativamente barato e por sua capacidade de armazenamento de pontos, ou seja, ele pode armazenar mais de 250.000 pontos com registro de posição, tempo, velocidade e pontos de parada.

Também foi adaptado ao sistema GPRS, um chip de telefone de uma operadora de celular, tendo o cuidado para que ela tivesse um sinal bom na pista de atletismo onde aconteceu o experimento.

**Fase 2:** Elaboração da base cartográfica digital detalhada da pista de atletismo.

Nesta fase, utilizou-se a base cartográfica já existente da própria UNICAMP.

Esse mapa base foi incorporado junto ao software AVL, que foi instalado junto ao servidor. Sendo assim, ficou disponível em qualquer lugar onde houvesse acesso à internet e dispensou a instalação do software no computador da estação base de monitoramento do atleta.

Com essa base cartográfica digital detalhada, foi possível planejar de forma mais adequada a trajetória que o atleta correu, assim como elaborar o mapa de risco.

**Fase 3:** Elaboração do mapa de risco da pista de atletismo.

Foi elaborado um mapa de risco da pista, com o intuito de alertar o monitor do treinamento dos limites estabelecidos para a faixa de segurança em que o atleta com deficiência visual poderia correr. Portanto, o monitor-orientador poderia conduzir a navegação (corrida) do atleta ao se aproximar das extremidades da faixa de segurança, de forma a evitar que ele não ultrapasse ou invadisse os limites das raias vizinhas.

Para a elaboração do mapa de risco, o atleta percorreu a pista nos limites de segurança, interno e externo, ou seja, ele percorreu a primeira volta no limite interno e a segunda, no externo, acompanhado dos monitores-guia.

**Fase 4:** Implementação de tecnologia assistiva desde uma solução AVL adaptada para monitoramento, navegação e orientação de deficientes visuais de categoria B1, para treinamento de corridas em pistas de atletismo.

A partir de um sistema AVL, que foi originalmente concebido para monitoramento de veículos, foi adaptada uma tecnologia assistiva para monitoramento, navegação e orientação de deficientes visuais.

O sistema foi composto por uma Estação Base - EB e uma Estação Móvel - EM.

A EB foi composta por um computador portátil, um celular GSM/GPRS, um rádio VHF e um monitor, ou seja, um professor de educação física (com prática na área de esportes adaptados) que foi o responsável pela monitoração e orientação remota do treinamento do atleta deficiente visual. A EB ficou próxima ao local onde foi desenvolvido o treinamento, numa distância aproximada de 220 m, dentro de uma das salas da FEF (figura 1). O computador base acessou via internet um servidor no Colégio Politécnico da UFSM, em Santa Maria/RS, o qual tem instalado o software TrackMaker PRO 4.1, que é um programa adaptado para receber dados de AVL, como telemetria

de navegação do GPS, ou seja, coordenadas, direção de deslocamento, velocidade e tempo de deslocamento, entre outros. Portanto, a EB poderia estar em qualquer lugar do mundo, desde que estivesse conectada à internet. A EB também transmitiu comandos de voz via rádio VHF para a EM.



Figura 1 – Localização da Estação Móvel em relação a Estação Base

A EM foi composta pelo equipamento AVL móvel o qual o deficiente visual utilizou para realização da navegação orientada durante o seu treinamento na pista de atletismo. Ver Figura 2.

A EM (figura 1) é adaptada com os seguintes equipamentos:

- um kit de AVL (móvel) adaptado ao experimento contendo os seguintes componentes:
  - um colete para fixação (adaptação) dos componentes do AVL móvel junto ao atleta;
  - um rádio comunicador VHF com fone de ouvido e microfone;

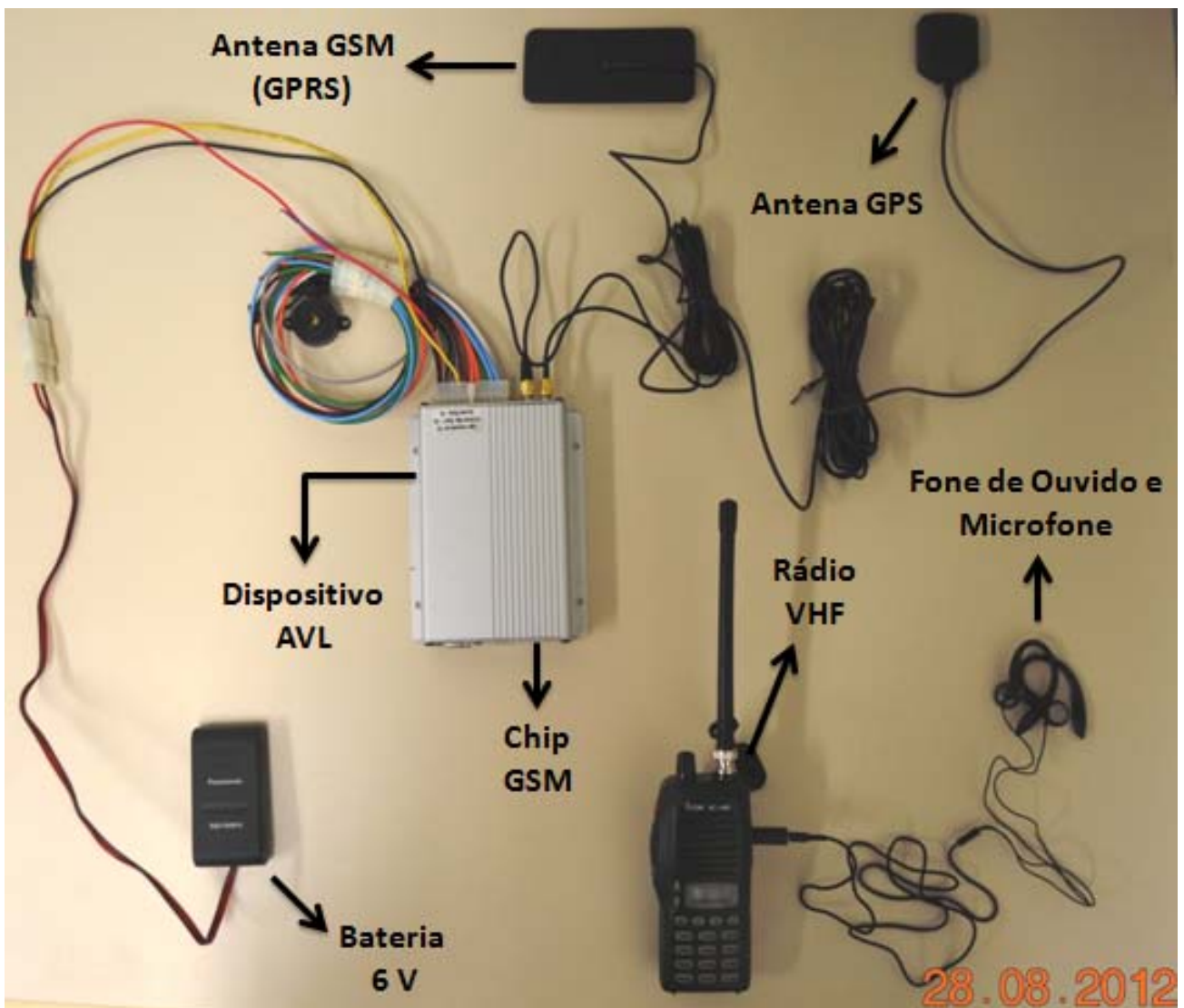


Figura 2 – Estação Móvel

### 3.3.2. Funcionamento simplificado.

O deficiente visual percorreu (navegou) pela pista de atletismo, transportando a EM, que recebeu os dados de posicionamento a partir dos satélites GPS, em seguida o sistema da EM processou estes dados e transmitiu via GPRS para um servidor na UFSM e em seguida para a EB.

A Figura 3 apresenta de forma simplificada o funcionamento da tecnologia assistiva adaptada para o monitoramento e orientação (navegação) de atletas deficientes visuais em pista de atletismo.

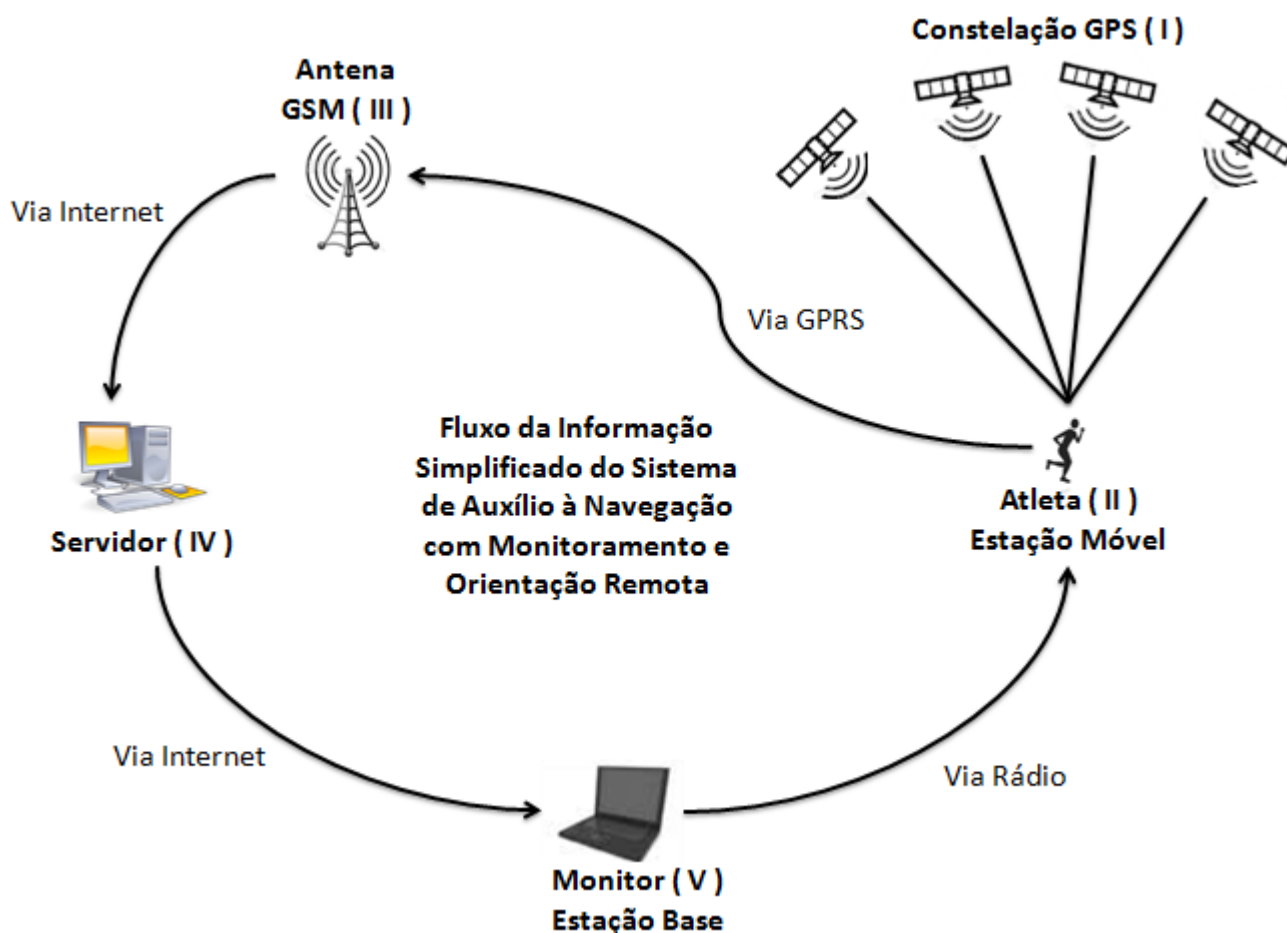


Figura 3 – Fluxo simplificado do Sistema de Auxílio à Navegação com Monitoramento e Orientação Remota (SANMOR).

Os satélites GPS (I) enviam sinal os sinais de posicionamento global para antena GPS (II) que está com o atleta junto ao módulo AVL (EM). Ainda na EM, os dados são enviados via GPRS para uma antena GSM (III), nela os dados são transmitidos ao servidor (IV) via internet. No servidor, os dados são representados na interface gráfica do software AVL. O monitor (V) da EB acessa os dados via internet no servidor, em que visualiza as informações em tempo real do atleta e orienta o atleta via rádio (VHF).



Para essa pesquisa, foi utilizado um servidor na Universidade Federal de Santa Maria. Portanto, o monitor orientador estava perto da pista de atletismo em Campinas – SP, onde ele acessava o servidor em Santa Maria – RS. Tudo isso foi feito em tempo real com uma taxa de atualização do mapa de aproximadamente 2 segundos. Assim, o atleta deficiente visual foi orientado/guiado em seu treinamento.

### **3.3.3. Procedimentos**

O experimento foi realizado de forma individual com apenas um atleta cego da classe B1. Foram realizadas 2 voltas na pista com o auxílio dos monitores-guia, para mapear as áreas de risco na pista. Após essas voltas, obteve-se o mapa de risco e procedeu-se com o treinamento do atleta auxiliado apenas pelo equipamento.

Durante o treinamento orientado pelo equipamento, o monitor fez duas paradas durante a corrida para que o atleta fizesse alguma observação. Este não relatou nenhuma situação de risco nas sessões de corrida.

Foram realizadas 2 sessões de teste, uma pela manhã e outra pela tarde, ambas com condições climáticas excelentes. Esse procedimento foi realizado para se constatar algum tipo de mudança na geometria dos satélites e verificar se isso interferia na precisão do posicionamento.

Durante todo o experimento, para garantir as condições de segurança, o atleta foi acompanhado de 2 monitores-guia. Esses foram orientados a não fornecer nenhum tipo de informação, bem como não tocar no atleta, a não ser que acontecesse alguma anomalia. Na ocasião, não foi realizado nenhum tipo de simulação de prova, e sim de situações cotidianas de treino.

Ao final da navegação, o participante foi conduzido para a EB, onde respondeu verbalmente a um roteiro de entrevista, visando a investigar as informações mais relevantes e a impressão geral da atividade.

Para documentação e ilustração das atividades, alguns momentos foram fotografados e filmados, tomando o cuidado ético de não expor os participantes de forma vexatória.

Os produtos produzidos pelo sistema a partir da pesquisa de campo, mapas e relatórios, foram analisados em um aplicativo de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o intuito de avaliar a qualidade das informações geradas no decorrer da pesquisa. Essas informações foram analisadas e discutidas entre os membros do projeto, com a finalidade de avaliar e validar a pesquisa, além de propor novas aplicações e o aprimoramento do método utilizado.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Colaboraram, para o êxito desta pesquisa, diversos fatores, entre os quais se destaca a base cartográfica (figura 4) já existente da instituição onde se desenvolveu a pesquisa (UNICAMP). Esse mapa base detalhado serviu, num primeiro momento, para o planejamento do experimento e, posteriormente, para identificação de pontos de risco físico para o atleta durante o percurso, o que resultou no mapa de risco (Ver figura 4).

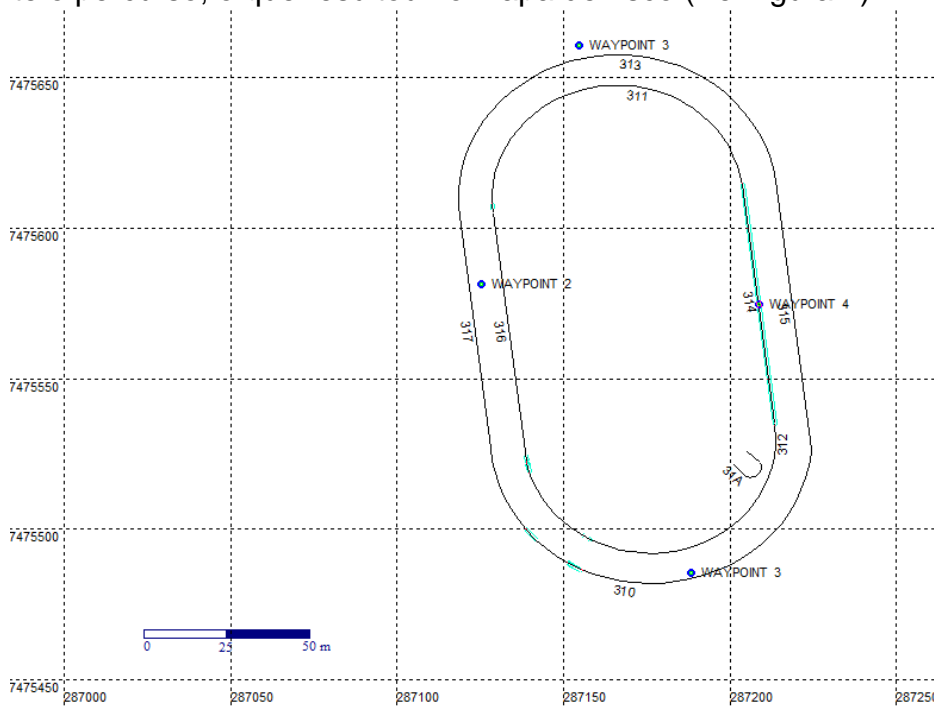


Figura 4 – Base Cartográfica Existente

De posse da base cartográfica existente, constatou-se que esta não estava totalmente atualizada de acordo com a realidade da pista de atletismo, ou seja, faltavam alguns elementos que proporcionassem um nível de detalhes maior.

Antes da realização do experimento, foi elaborada uma atualização da base cartográfica, para a qual o atleta fez duas voltas de reconhecimento; uma pelo limite interno da pista e outra pelo limite externo da pista. De imediato, foi gerado o mapa de risco (figura 5) para prosseguir o treinamento.

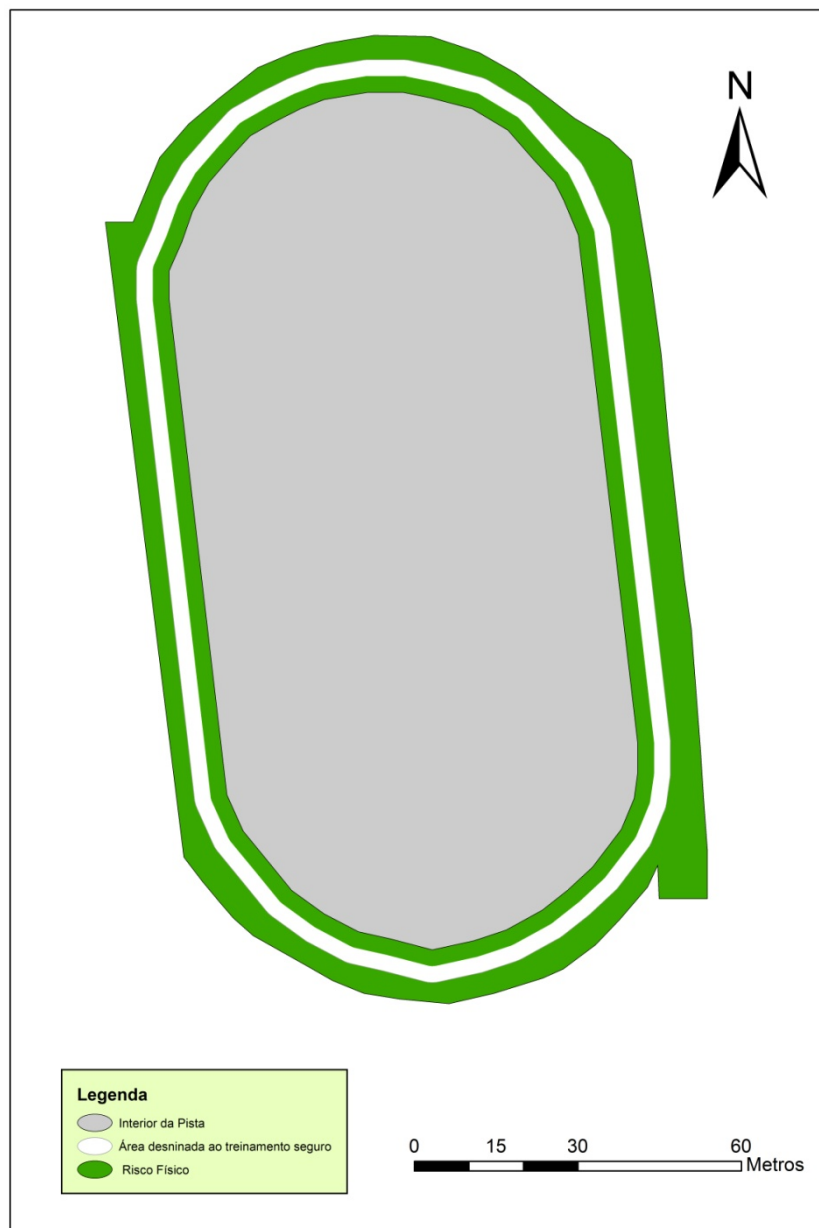


Figura 5 – Mapa de Risco

A definição das áreas de risco, as quais estão em verde no mapa, se deram a partir da espacialização do cordão interno e externo da pista. O atleta percorreu o limite de segurança orientado pelos monitores-guias. Com esse limite, gerou-se um limite com uma margem de segurança de 2 metros, através da ferramenta “*buffer*”, do software SIG, que coincidiu com o limite interno da pista. Estabeleceu-se também que a área segura para o atleta seria de 5 metros (em branco no mapa) e as áreas remanescentes da pista, perto do cordão externo, também foram classificadas como áreas de risco físico (em verde no mapa). Não foi considerada para esse mapa a parte interna da pista (em cinza), por não oferecer riscos ao treinamento, pois o atleta não seria levado até este local.

Todos os dispositivos móveis foram acoplados a um colete (figura 6) que o atleta carregou cujo peso líquido é de aproximadamente 950 g. Esse colete ainda deve sofrer modificações, pois não está totalmente confortável.



Figura 6 – Atleta portando o equipamento.

Com base nas informações contidas na base cartográfica atualizada e no mapa de risco, deu-se início, às 10 horas e 14 minutos, a primeira volta na pista, com o auxílio do equipamento e a orientação via o monitor na Estação Base. O atleta percorreu 200 metros e foi orientado a fazer uma pausa para que fizesse alguma observação ou constatação de anomalia no sistema. O corredor relatou, via rádio, que estava tudo funcionando em perfeitas condições, o que pôde ser confirmado mais tarde com os monitores-guia, que fizeram o acompanhamento do atleta voluntário. No restante dos 200 metros da pista, o atleta percorreu sem nenhuma interrupção.

Toda a orientação do atleta foi realizada via rádio VHF, o qual tem interligado um fone de ouvido e um microfone incorporado ao sistema, conforme figura 6. Esse rádio tem um alcance de aproximadamente 20 km de distância, mas pode sofrer interferências dependendo dos obstáculos existentes entre as bases de comunicação. Entretanto, dependendo da necessidade ou particularidades do treinamento, outros sistemas de comunicação podem ser usados, como a telefonia móvel e sistemas de comunicação via internet, dentre outros.

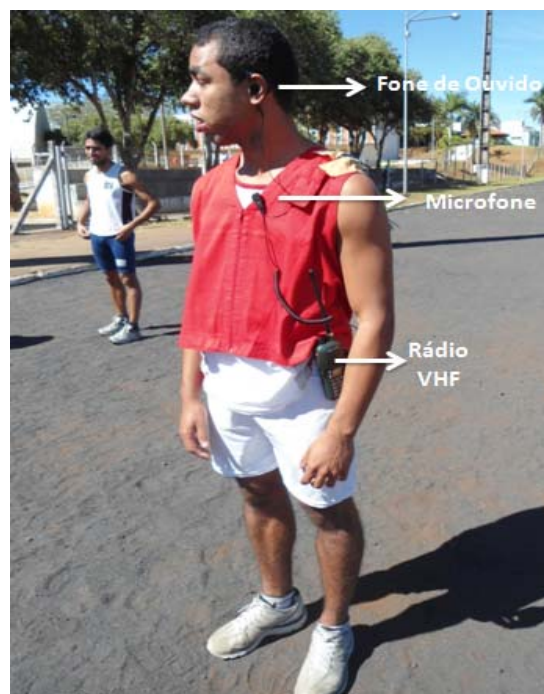


Figura 7 – Atleta portando o rádio comunicador, fone de ouvido e microfone.

Antes da realização dos testes, procederam-se os testes de comunicação via rádio, ou seja, foram ajustados a frequência correta e o volume (Figura 8). Também nessa ocasião, foram combinadas como seriam feitos os comandos de voz, a fim de se ter um bom entrosamento atleta-monitor.



Figura 8 – Ajustes feitos no rádio e entrosamento atleta-monitor.

Ao longo da atividade experimental, em alguns momentos, o atleta se aproximou e até mesmo entrou na área de risco, o que imediatamente foi constatado na estação base (figura 9), e assim, orientado a retornar para a área destinada para correr com segurança. Durante o turno da manhã, foi realizada uma (01) simulação de treino, sem paradas. A velocidade média do

corredor nessa simulação, registrado pelo equipamento, foi de 5 km/h, percorrendo assim os 400 metros da pista em 4` minutos e 48`` segundos. No turno da tarde, foi realizada a mesma simulação de treino do turno da manhã.

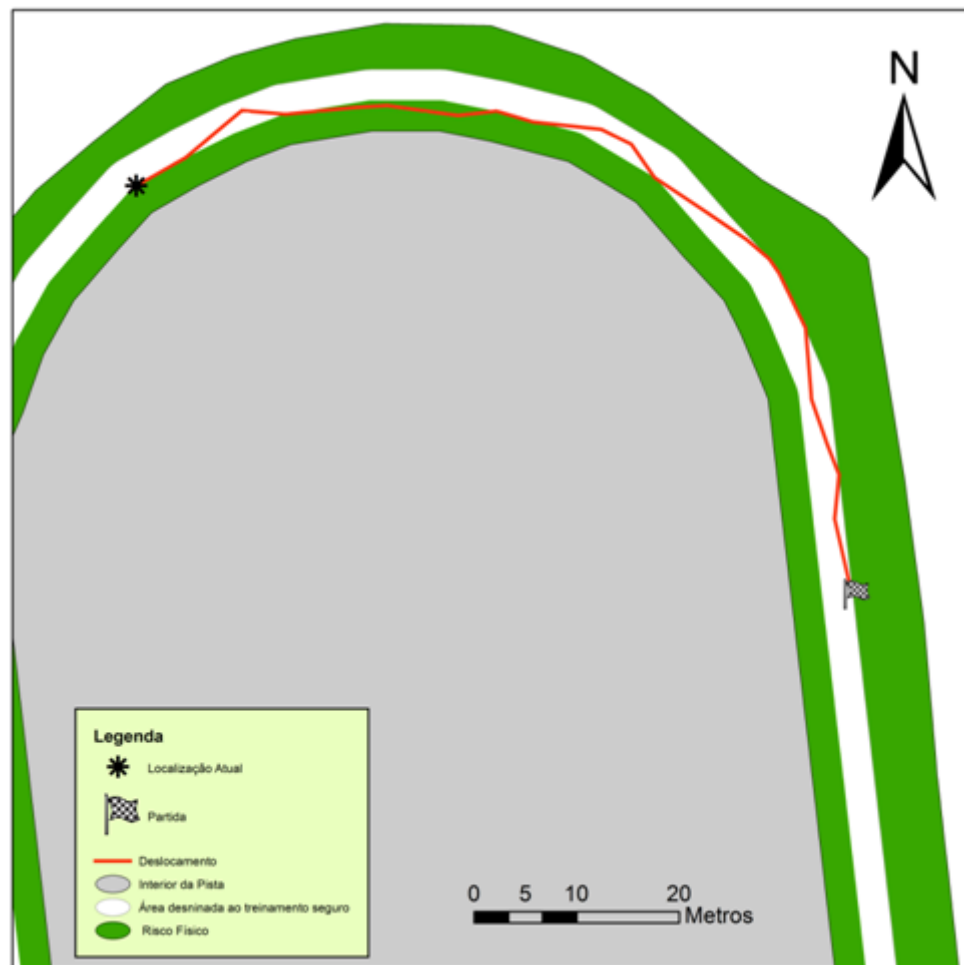


Figura 9 – Exemplo de visualização em tempo real do deslocamento do atleta.

Entretanto, no treino do turno da tarde, foi observada uma pequena discrepância em relação ao do turno da manhã, devido à mudança de geometria dos satélites. Apesar disso, essa alteração não foi suficiente para interferir na navegação do atleta. Porém, ressalta-se que o melhor método a ser adotado é fazer um levantamento dos limites da pista antes do início de cada treino. Esse pode ser feito com o auxílio de qualquer pessoa, sendo possível apenas uma caminhada, o que dispensa o técnico de atletismo. As duas trajetórias podem ser observadas na figura 9.

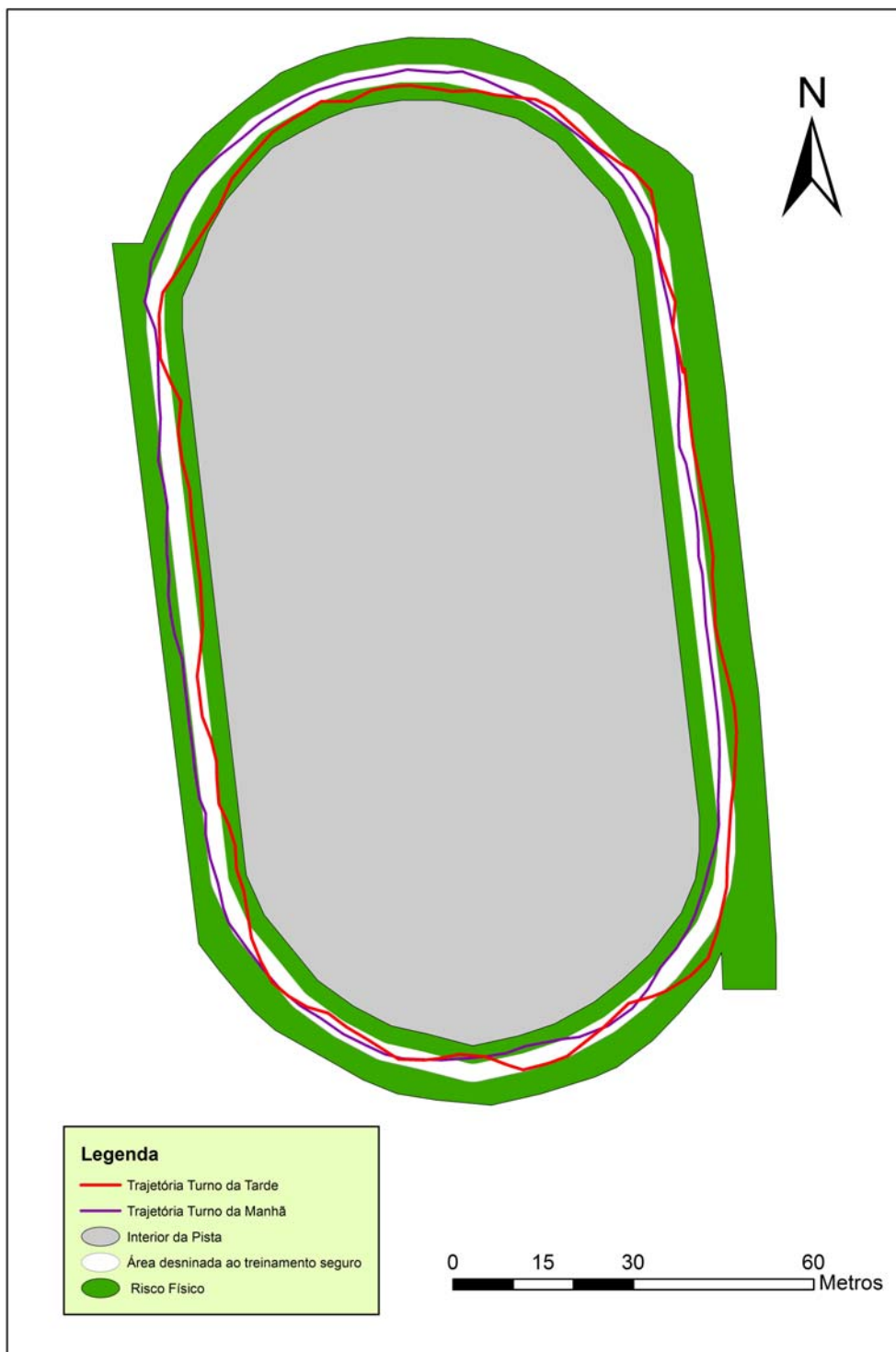


Figura 9: Trajetos realizados pelo atleta nos turnos da manhã e tarde

Outra constatação bastante relevante desse experimento é a análise estatística que ele permite. No software SIG da estação base, ficam registradas todas as informações de tempo, deslocamento, velocidade média, etc. Com



isso, é possível calcular de forma mais precisa diversas informações pertinentes ao exercício, como cálculo de calorías perdidas por exemplo. Essas informações ficam armazenadas em forma de relatório (Figura 10 e 11) e podem ser posteriormente exportadas e editadas em planilhas eletrônicas.

|    | A    | B       | C          | D           | E    | F                    | G             | H           | I           |
|----|------|---------|------------|-------------|------|----------------------|---------------|-------------|-------------|
| 1  | Zona | Easting | Northing   | Altitude    | Data | Comprimento(m)       | Azimute/Grade | Velocidade  |             |
| 2  | 1    | 23K     | 287348,441 | 7475628,848 | 0    | 21/ago/2012 10:14:42 |               |             |             |
| 3  | 2    | 23K     | 287348,293 | 7475626,021 | 588  | 21/ago/2012 10:14:43 | 588,007       | 183,0095232 | 2116,82km/h |
| 4  | 3    | 23K     | 287343,966 | 7475622,102 | 589  | 21/ago/2012 10:16:23 | 5,923         | 227,8275914 | 0,21km/h    |
| 5  | 4    | 23K     | 287341,671 | 7475621,054 | 588  | 21/ago/2012 10:16:28 | 2,714         | 245,4724463 | 1,95km/h    |
| 6  | 5    | 23K     | 287339,787 | 7475617,446 | 585  | 21/ago/2012 10:17:41 | 5,056         | 207,5645917 | 0,25km/h    |
| 7  | 6    | 23K     | 287336,517 | 7475616,329 | 585  | 21/ago/2012 10:17:43 | 3,456         | 251,1478762 | 6,22km/h    |
| 8  | 7    | 23K     | 287332,814 | 7475614,302 | 585  | 21/ago/2012 10:17:45 | 4,221         | 241,2973443 | 7,60km/h    |
| 9  | 8    | 23K     | 287331,457 | 7475611,015 | 584  | 21/ago/2012 10:17:47 | 3,694         | 202,438864  | 6,65km/h    |
| 10 | 9    | 23K     | 287322,475 | 7475605,923 | 586  | 21/ago/2012 10:17:48 | 10,517        | 240,4505345 | 37,86km/h   |
| 11 | 10   | 23K     | 287365,639 | 7475619,286 | 616  | 21/ago/2012 10:26:06 | 54,238        | 72,79897226 | 0,39km/h    |
| 12 | 11   | 23K     | 287361,835 | 7475620,82  | 615  | 21/ago/2012 10:26:09 | 4,222         | 291,9672429 | 5,07km/h    |
| 13 | 12   | 23K     | 287358,057 | 7475621,764 | 614  | 21/ago/2012 10:26:12 | 4,021         | 284,0262996 | 4,83km/h    |
| 14 | 13   | 23K     | 287355,552 | 7475622,209 | 614  | 21/ago/2012 10:26:14 | 2,544         | 280,0702058 | 4,58km/h    |
| 15 | 14   | 23K     | 287352,043 | 7475623,452 | 613  | 21/ago/2012 10:26:19 | 3,855         | 289,5078657 | 2,78km/h    |
| 16 | 15   | 23K     | 287348,732 | 7475624,015 | 612  | 21/ago/2012 10:26:21 | 3,504         | 279,6465273 | 6,31km/h    |
| 17 | 16   | 23K     | 287344,566 | 7475624,51  | 611  | 21/ago/2012 10:26:23 | 4,313         | 276,781901  | 7,76km/h    |
| 18 | 17   | 23K     | 287363,694 | 7475615,16  | 601  | 21/ago/2012 10:26:45 | 23,523        | 116,0496885 | 3,85km/h    |
| 19 | 18   | 23K     | 287360,55  | 7475616,057 | 600  | 21/ago/2012 10:26:53 | 3,42          | 285,9281861 | 1,54km/h    |
| 20 | 19   | 23K     | 287331,954 | 7475609,73  | 590  | 21/ago/2012 10:28:27 | 4,422         | 255,4320602 | 7,96km/h    |
| 21 | 20   | 23K     | 287329,732 | 7475605,859 | 591  | 21/ago/2012 10:28:31 | 4,574         | 209,854744  | 4,12km/h    |
| 22 | 21   | 23K     | 287336,177 | 7475597,882 | 594  | 21/ago/2012 10:28:44 | 10,685        | 141,0673981 | 2,96km/h    |
| 23 | 22   | 23K     | 287336,737 | 7475601,877 | 593  | 21/ago/2012 10:28:46 | 4,157         | 7,979511236 | 7,48km/h    |
| 24 | 23   | 23K     | 287342,738 | 7475604,767 | 593  | 21/ago/2012 10:28:47 | 6,661         | 64,28241987 | 23,98km/h   |
| 25 | 24   | 23K     | 287340,099 | 7475607,389 | 594  | 21/ago/2012 10:28:49 | 3,851         | 314,8174315 | 6,93km/h    |
| 26 | 25   | 23K     | 287336,884 | 7475607,27  | 590  | 21/ago/2012 10:28:57 | 5,134         | 267,8815598 | 2,31km/h    |
| 27 | 26   | 23K     | 287334,015 | 7475603,094 | 580  | 21/ago/2012 10:29:17 | 11,21         | 214,4834291 | 2,02km/h    |
| 28 | 27   | 23K     | 287333,275 | 7475607,072 | 581  | 21/ago/2012 10:29:19 | 4,167         | 349,4549705 | 7,50km/h    |
| 29 | 28   | 23K     | 287335,501 | 7475605,755 | 580  | 21/ago/2012 10:29:28 | 2,773         | 120,5971441 | 1,11km/h    |
| 30 | 29   | 23K     | 287338,977 | 7475602,001 | 579  | 21/ago/2012 10:29:36 | 5,213         | 137,2076161 | 2,35km/h    |
| 31 | 30   | 23K     | 287342,718 | 7475602,496 | 577  | 21/ago/2012 10:29:39 | 4,271         | 82,45451401 | 5,13km/h    |
| 32 | 31   | 23K     | 287340,077 | 7475602,921 | 576  | 21/ago/2012 10:29:44 | 2,856         | 279,1288235 | 2,06km/h    |
| 33 | 32   | 23K     | 287337,096 | 7475604,356 | 576  | 21/ago/2012 10:29:51 | 3,308         | 295,7071337 | 1,70km/h    |
| 34 | 33   | 23K     | 287341,366 | 7475612,281 | 0    | 21/ago/2012 10:29:59 | 576,07        | 28,31848387 | 259,23km/h  |
| 35 | 34   | 23K     | 287336,209 | 7475609,014 | 0    | 21/ago/2012 10:30:01 | 6,104         | 237,6521842 | 10,99km/h   |
| 36 | 35   | 23K     | 287325,851 | 7475594,58  | 576  | 21/ago/2012 10:30:07 | 576,274       | 215,6608194 | 345,76km/h  |
| 37 | 36   | 23K     | 287329,767 | 7475603,385 | 0    | 21/ago/2012 10:30:14 | 576,081       | 23,97282025 | 296,27km/h  |
| 38 | 37   | 23K     | 287333,174 | 7475605,723 | 576  | 21/ago/2012 10:30:16 | 576,015       | 55,55403538 | 1036,83km/h |
| 39 | 38   | 23K     | 287337,436 | 7475608,182 | 576  | 21/ago/2012 10:30:18 | 4,92          | 60,00485923 | 8,86km/h    |
| 40 | 39   | 23K     | 287333,357 | 7475604,894 | 576  | 21/ago/2012 10:30:24 | 5,239         | 231,1253201 | 3,14km/h    |
| 41 | 40   | 23K     | 287335,528 | 7475606,272 | 576  | 21/ago/2012 10:30:29 | 2,572         | 57,59681719 | 1,85km/h    |
| 42 | 41   | 23K     | 287333,465 | 7475604,527 | 576  | 21/ago/2012 10:30:36 | 2,703         | 229,7664614 | 1,39km/h    |
| 43 | 42   | 23K     | 287323,152 | 7475601,576 | 0    | 21/ago/2012 10:30:48 | 576,1         | 254,0327617 | 172,83km/h  |
| 44 | 43   | 23K     | 287318,746 | 7475600,905 | 576  | 21/ago/2012 10:30:49 | 576,017       | 261,3406159 | 2073,66km/h |
| 45 | 44   | 23K     | 287314,044 | 7475599,288 | 576  | 21/ago/2012 10:30:50 | 4,971         | 251,021339  | 17,90km/h   |
| 46 | 45   | 23K     | 287311,899 | 7475594,827 | 0    | 21/ago/2012 10:30:54 | 576,021       | 205,6827545 | 518,42km/h  |
| 47 | 46   | 23K     | 287315,655 | 7475595,489 | 576  | 21/ago/2012 10:30:56 | 576,013       | 80,00519309 | 1036,82km/h |

Figura 10 - Relatório Parcial do turno da manhã

|    | A  | B    | C          | D           | E        | F                    | G              | H             | I          |
|----|----|------|------------|-------------|----------|----------------------|----------------|---------------|------------|
| 1  |    | Zona | Easting    | Northing    | Altitude | Data                 | Comprimento(m) | Azimute/Grade | Velocidade |
| 2  | 1  | 23K  | 287239,388 | 7475522,548 | 573      | 21/ago/2012 14:56:26 |                |               |            |
| 3  | 2  | 23K  | 287238,547 | 7475526,394 | 578      | 21/ago/2012 14:56:30 | 6,364          | 347,6636779   | 5,73km/h   |
| 4  | 3  | 23K  | 287237,816 | 7475529,726 | 575      | 21/ago/2012 14:56:33 | 4,542          | 347,6178496   | 5,45km/h   |
| 5  | 4  | 23K  | 287239,135 | 7475533,252 | 573      | 21/ago/2012 14:56:36 | 4,263          | 20,51831906   | 5,12km/h   |
| 6  | 5  | 23K  | 287239,823 | 7475537,932 | 572      | 21/ago/2012 14:56:40 | 4,835          | 8,354622022   | 4,35km/h   |
| 7  | 6  | 23K  | 287239,101 | 7475540,599 | 572      | 21/ago/2012 14:56:42 | 2,763          | 344,8507604   | 4,97km/h   |
| 8  | 7  | 23K  | 287238,548 | 7475544,653 | 572      | 21/ago/2012 14:56:45 | 4,091          | 352,2288419   | 4,91km/h   |
| 9  | 8  | 23K  | 287238,374 | 7475548,49  | 572      | 21/ago/2012 14:56:48 | 3,842          | 357,4089494   | 4,61km/h   |
| 10 | 9  | 23K  | 287238,819 | 7475552,171 | 572      | 21/ago/2012 14:56:51 | 3,707          | 6,88982789    | 4,45km/h   |
| 11 | 10 | 23K  | 287238,546 | 7475555,73  | 573      | 21/ago/2012 14:56:54 | 3,707          | 355,622815    | 4,45km/h   |
| 12 | 11 | 23K  | 287238,702 | 7475559,277 | 572      | 21/ago/2012 14:56:57 | 3,688          | 2,511953402   | 4,43km/h   |
| 13 | 12 | 23K  | 287239,113 | 7475562,901 | 572      | 21/ago/2012 14:57:00 | 3,648          | 6,473507532   | 4,38km/h   |
| 14 | 13 | 23K  | 287237,155 | 7475567,046 | 573      | 21/ago/2012 14:57:04 | 4,692          | 334,7152473   | 4,22km/h   |
| 15 | 14 | 23K  | 287233,678 | 7475572,092 | 587      | 21/ago/2012 14:58:52 | 15,283         | 325,4366029   | 0,51km/h   |
| 16 | 15 | 23K  | 287233,141 | 7475576,22  | 588      | 21/ago/2012 14:58:56 | 4,281          | 352,5859102   | 3,85km/h   |
| 17 | 16 | 23K  | 287232,206 | 7475579,438 | 588      | 21/ago/2012 14:58:59 | 3,351          | 343,7948736   | 4,02km/h   |
| 18 | 17 | 23K  | 287230,605 | 7475583,754 | 587      | 21/ago/2012 14:59:03 | 4,711          | 339,6490443   | 4,24km/h   |
| 19 | 18 | 23K  | 287230,368 | 7475587,258 | 587      | 21/ago/2012 14:59:06 | 3,512          | 356,1237198   | 4,21km/h   |
| 20 | 19 | 23K  | 287229,959 | 7475590,76  | 587      | 21/ago/2012 14:59:09 | 3,526          | 353,3456139   | 4,23km/h   |
| 21 | 20 | 23K  | 287228,612 | 7475594,101 | 586      | 21/ago/2012 14:59:12 | 3,739          | 338,0335432   | 4,49km/h   |
| 22 | 21 | 23K  | 287227,291 | 7475597,96  | 586      | 21/ago/2012 14:59:15 | 4,078          | 341,105027    | 4,89km/h   |
| 23 | 22 | 23K  | 287226,457 | 7475601,271 | 585      | 21/ago/2012 14:59:18 | 3,558          | 345,867555    | 4,27km/h   |
| 24 | 23 | 23K  | 287223,439 | 7475604,146 | 584      | 21/ago/2012 14:59:23 | 4,286          | 313,6026137   | 3,09km/h   |
| 25 | 24 | 23K  | 287220,181 | 7475603,325 | 584      | 21/ago/2012 14:59:26 | 3,359          | 255,8519647   | 4,03km/h   |
| 26 | 25 | 23K  | 287215,992 | 7475604,281 | 585      | 21/ago/2012 14:59:29 | 4,412          | 282,8620102   | 5,29km/h   |
| 27 | 26 | 23K  | 287213,663 | 7475605,559 | 585      | 21/ago/2012 14:59:31 | 2,656          | 298,7626229   | 4,78km/h   |
| 28 | 27 | 23K  | 287212,585 | 7475609,2   | 585      | 21/ago/2012 14:59:34 | 3,797          | 343,5045274   | 4,56km/h   |
| 29 | 28 | 23K  | 287212,268 | 7475612,334 | 584      | 21/ago/2012 14:59:37 | 3,305          | 354,2093204   | 3,97km/h   |
| 30 | 29 | 23K  | 287209,661 | 7475613,94  | 583      | 21/ago/2012 14:59:41 | 3,221          | 301,643434    | 2,90km/h   |
| 31 | 30 | 23K  | 287208,692 | 7475618,32  | 583      | 21/ago/2012 14:59:45 | 4,486          | 347,5313466   | 4,04km/h   |
| 32 | 31 | 23K  | 287206,787 | 7475616,263 | 585      | 21/ago/2012 14:59:59 | 3,444          | 222,7971883   | 0,89km/h   |
| 33 | 32 | 23K  | 287202,642 | 7475615,245 | 585      | 21/ago/2012 15:00:03 | 4,268          | 256,1978342   | 3,84km/h   |
| 34 | 33 | 23K  | 287201,597 | 7475611,704 | 586      | 21/ago/2012 15:00:07 | 3,825          | 196,4523881   | 3,44km/h   |
| 35 | 34 | 23K  | 287197,787 | 7475612,407 | 592      | 21/ago/2012 15:01:55 | 7,142          | 280,4626315   | 0,24km/h   |
| 36 | 35 | 23K  | 287203,324 | 7475613,039 | 585      | 21/ago/2012 15:02:49 | 8,947          | 83,49207869   | 0,60km/h   |
| 37 | 36 | 23K  | 287204,412 | 7475615,99  | 586      | 21/ago/2012 15:02:53 | 3,3            | 20,24317742   | 2,97km/h   |
| 38 | 37 | 23K  | 287206,96  | 7475618,555 | 586      | 21/ago/2012 15:02:57 | 3,616          | 44,81314356   | 3,25km/h   |
| 39 | 38 | 23K  | 287208,255 | 7475615,324 | 584      | 21/ago/2012 15:03:07 | 4,015          | 158,1633407   | 1,45km/h   |
| 40 | 39 | 23K  | 287204,978 | 7475614,705 | 584      | 21/ago/2012 15:03:10 | 3,335          | 259,316075    | 4,00km/h   |
| 41 | 40 | 23K  | 287202,248 | 7475611,676 | 584      | 21/ago/2012 15:03:15 | 4,078          | 222,0278381   | 2,94km/h   |
| 42 | 41 | 23K  | 287199,794 | 7475613,303 | 584      | 21/ago/2012 15:03:17 | 2,944          | 303,5553522   | 5,30km/h   |
| 43 | 42 | 23K  | 287201,921 | 7475614,219 | 593      | 21/ago/2012 15:04:42 | 9,293          | 66,69560471   | 0,39km/h   |
| 44 | 43 | 23K  | 287202,948 | 7475617,871 | 590      | 21/ago/2012 15:04:46 | 4,836          | 15,7091862    | 4,35km/h   |
| 45 | 44 | 23K  | 287203,555 | 7475622,144 | 588      | 21/ago/2012 15:04:50 | 4,757          | 8,091283101   | 4,28km/h   |
| 46 | 45 | 23K  | 287202,566 | 7475625,582 | 589      | 21/ago/2012 15:04:53 | 3,715          | 343,9441933   | 4,46km/h   |
| 47 | 46 | 23K  | 287201,432 | 7475629,517 | 587      | 21/ago/2012 15:04:57 | 4,557          | 343,9305979   | 4,10km/h   |
| 48 | 47 | 23K  | 287198,817 | 7475632,951 | 588      | 21/ago/2012 15:05:00 | 4,431          | 322,7066702   | 5,32km/h   |
| 49 | 48 | 23K  | 287196,619 | 7475635,893 | 587      | 21/ago/2012 15:05:03 | 3,806          | 323,2342495   | 4,57km/h   |
| 50 | 49 | 23K  | 287196,92  | 7475640,069 | 587      | 21/ago/2012 15:05:07 | 4,187          | 4,11920544    | 3,77km/h   |
| 51 | 50 | 23K  | 287195,692 | 7475643,449 | 588      | 21/ago/2012 15:05:10 | 3,732          | 340,0260913   | 4,48km/h   |
| 52 | 51 | 23K  | 287193,83  | 7475648,02  | 588      | 21/ago/2012 15:05:14 | 4,935          | 337,8440122   | 4,44km/h   |
| 53 | 52 | 23K  | 287191,514 | 7475650,867 | 588      | 21/ago/2012 15:05:18 | 3,671          | 320,873975    | 3,30km/h   |
| 54 | 53 | 23K  | 287189,254 | 7475650,928 | 591      | 21/ago/2012 15:05:49 | 3,757          | 271,5355461   | 0,44km/h   |
| 55 | 54 | 23K  | 287185,446 | 7475653,994 | 582      | 21/ago/2012 15:06:44 | 10,242         | 308,8418987   | 0,67km/h   |

Figura 11 – Relatório Parcial do turno da tarde

O relatório do software AVL, armazena no informações relevantes em uma ‘taxa de rastreamento’, ou seja, a cada tempo pré-determinado ele armazena um ponto da trajetória do corredor. Como pode ser observada na figura 10 e 11, a coluna A, é o número de identificação de cada ponto, no caso os 55 pontos são referentes à metade do treino realizado no turno da tarde. A coluna B armazena informações da zona e do fuso, do sistema de referência adotado, no caso, utilizou-se o sistema de coordenadas UTM – Universal Transverse de Mercator, cuja zona da área de estudo é a K, e o fuso é o 23 sul. A coluna C e

D armazenam respectivamente as coordenadas UTM “Este” e “Norte”. Na coluna E, temos a informação altimétrica do ponto, ou seja, sua altitude elipsoidal. A coluna F grava as informações de data e hora. Na coluna G, são gravadas as informações do comprimento do seguimento de reta que está sendo mostrada na interface do programa. E por fim as colunas H e I registram o azimute da grade UTM (ângulo formado entre o norte da quadricula e a direção do trajeto), e a velocidade média do corredor naquele instante, respectivamente.

Não foi constatado nenhum tipo de incidente relatado pelos monitores-guias que atuaram supervisionando o atleta durante todo o percurso da pista de atletismo.

Segundo o corredor, o equipamento foi bastante útil em seu treino, porém ele salientou que ficou curioso e apreensivo antes de iniciar a atividade, mas que depois de alguns instantes ele adquiriu confiança e conseguiu ser guiado sem nenhum problema pelo monitor da Estação Base, mesmo sabendo que ele não estava próximo e nem mesmo vendo *in loco* sua atividade na pista. Ele também observou que é bastante importante para o corredor ter um entrosamento com o orientador/treinador da estação base, pois o orientador não pode ficar ‘nervoso’ se o atleta estiver entrando em uma área de risco, e sim corrigir o trajeto com tranquilidade.

Foram feitas algumas sugestões ao equipamento pelo corredor, como a diminuição da quantidade de fios, e a melhora ergonômica do colete, que no meio do treino fica solto em relação ao corpo.

De forma geral, o atleta ficou bastante satisfeito com a possibilidade de treinar sem a presença física de um atleta-guia, pois ele se sentiu mais livre (solto) e com mais agilidades nos movimentos.

O Sistema de Auxílio à Navegação com Monitoramento e Orientação Remota mostrou-se, portanto, uma ferramenta eficiente e eficaz para o treinamento de atletas cegos da classe B1. Com auxílio do técnico que fez a orientação via rádio na Estação Base, o atleta pode percorrer a pista de forma

independente, o que proporcionou ao mesmo um grande ganho a sua autoestima.

Devido à eficácia do equipamento, os professores de educação física, participantes dessa pesquisa, sugeriram a implementação do sistema em outras modalidades de atletismo em pistas, como por exemplo, a 'marcha atlética'.

## **5. CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos nesta pesquisa, nas condições em que o experimento foi realizado e com o método utilizado, permitiram se chegar as conclusões que se apresentarão nos parágrafos seguintes.

Este trabalho foi o início de uma pesquisa que ainda pode e deve ser ampliada, a fim de realizar melhorias ao sistema, tais como: melhora estética e ergonômica, diminuição da quantidade de fios e placas eletrônicas, diminuição do tamanho, peso etc. Ao relatório emitido pelo sistema, pretende-se ainda, incorporar mais informações, para estas serem vinculadas a estudos mais aprofundados do desempenho e da saúde do atleta, como temperatura corporal, pressão arterial, batimentos cardíacos, entre outros.

O estudo apresentou-se como uma excelente ferramenta de inovação tecnológica para pratica de esportes, para deficientes visuais da classe B1. Em pesquisa bibliográfica complementar, não foi encontrado nenhum trabalho com o intuito de desenvolver tecnologia assistiva para dar autonomia para deficientes da classe B1 nos treinamentos em pistas de atletismo, o que comprova o caráter inovador dessa pesquisa.

Essa pesquisa teve como objetivo primordial implementar uma tecnologia assistiva para a navegação de atletas cegos da classe B1, com o auxílio da tecnologia GPS, monitorando seu deslocamento nos treinamentos em pistas de atletismo com a possibilidade de orientação remota quando e se necessário, pois segundo o atleta participante, um dos principais problemas dos atletas cegos para a prática do atletismo é a disponibilidade de atletas-

guia, sendo que os guias geralmente não participam dos treinamentos e, em alguns casos, são conhecidos somente no momento da prova. A partir dessas observações, cabe afirmar que esse sistema trouxe uma autonomia muito grande ao atleta, de forma que o técnico pode guiá-lo na pista mesmo estando em outro lugar e sem contato visual *in loco* com o atleta, mas apenas utilizando um computador com acesso à internet e um rádio de comunicação. Estas condições deram ao atleta deficiente visual uma situação de independência, pois proporcionou uma grande autonomia em seu treinamento em pistas de atletismo, em corridas de velocidade, meio fundo, fundo, entre outras.

Portanto, conclui-se que o objetivo principal desta pesquisa foi atingido, pois foi possível dar autonomia de treinamento para o atleta deficiente visual B1, de forma que o mesmo não necessitou ser acompanhado por um atleta-guia além de ter proporcionado ao atleta o aspecto motivacional da autonomia de treinamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSISTIVA, 2006. <http://www.assistiva.org.br/ta.php?mdl=textosobre>. Acessado em 15 de novembro de 2006.

CDBC, 2007. <http://www.cdbc.org.br/>. Acessado em 04 de abril de 2007.

ELIAS, Adão Robson, *Técnicas de Geoprocessamento na Avaliação de Métodos de Levantamento de Dados a Campo para Agricultura de Precisão*. 2003, p 57 Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”.

FILHO, C. W. O.; MATSUI, R.; CARVALHO, A. J. S.; ALMEIDA, J. J. G. Iniciação no atletismo para pessoas cegas e com baixa visão. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital – Buenos Aires – Ano 10, n. 75, agosto de 2004.

IBSA, 2007. <http://www.ibsabrasil2007.org.br/page32012233.aspx>. Acessado em 03 de abril de 2007.

LOOMIS, J. M.; KLATZKY, R. L.; GOLLEDGE, R. G. Navigating without vision: basic and applied research. *Optometry and Vision Science*, v. 78, n. 5, p. 282-289, 2001.

MONICO, J. F. G. *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS Descrição, fundamentos e aplicações*. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

MONTEIRO, L. M. F. S. *Considerações Sobre os Aspectos Psicomotores da Criança Deficiente Visual*. Artigo, 2005. pág 22.

PINHEIRO, J. M. S 2004 *Comunicações Móveis no PC* [http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_comunicacoes\\_moveis.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_comunicacoes_moveis.php) acessado em 23 de agosto de 2012.

POLI, 2006. <http://www.poli.usp.br/cipa/mapasr.htm>, acessado em 21 de novembro de 2006.