

Um novo método de medição de umidade do solo para controle de irrigação (p. 11)

Dispositivo eletrônico que monitora a necessidade de reposição hídrica corporal (p. 18)



scientia prima

VOL. 04, Nº 04
JULHO DE 2016

**PLANTA DA
AMAZÔNIA**
*Himatanthus
sucuuba*
tem o
potencial
de uso
fitoterápico

(p. 5)

ISSN impresso: 2446-7804
ISSN online: 2318-4299

PALAVRA DO EDITOR

O periódico Scientia Prima, ao longo de suas edições, tem alcançado importantes conquistas. Desde 2013, encontramos em suas páginas artigos científicos produzidos por estudantes pré-universitários, que, pensados para leitura de estudantes, professores e técnicos no Brasil, têm encontrado grande aceitação no seu formato eletrônico. O site do periódico mostra, em seu registrador de acessos, visitas nacionais e internacionais além de milhares de downloads de forma aberta e gratuita.

A busca pelo periódico tem sido acompanhada de um número crescente de indexações em sistemas de armazenamento de referências bibliográficas, como CrossRef, Sumários, Latindex e SEER, além de sermos associados da Associação Brasileira de Editores Científicos, que cuidadosamente zela pelo rigor, padrão da forma e validação do conteúdo das publicações técnico-científicas no país. A Associação Brasileira de Incentivo à Ciência, tem utilizado o periódico em seus programas educacionais como material de disseminação da ciência e tecnologia. Exemplares impressos do periódico foram entregues em escolas que dificilmente teriam acesso ao material de forma online.

Nesse contexto, temos o objetivo de aperfeiçoar cada vez mais o Scientia Prima. Pretendemos, tão logo seja possível, implementar nas próximas edições seções para publicação de relatos de pesquisa e colunas escritas por pesquisadores brasileiros. Por fim, convidamos a todos a aproveitarem a leitura e prestigiarem o trabalho de nossos jovens pesquisadores brasileiros.

William Lopes
Editor chefe

EXPEDIENTE

Associação Brasileira de Incentivo à Ciência

Presidente: Heitor Geraldo da Cruz Santos

Diretor Acadêmico: William Lopes

Diretora de Ações Educativas: Ana Claudia Cassanti

Diretor de Comunicação e Marketing: Paolo Damas Pulcini

Diretor Financeiro: Leonardo Turra

Diretora de Projetos: Ana Clara Cassanti

Scientia Prima

ISSN Impresso: 2446-7804

ISSN Online: 2318-4299

Editor Chefe: William Lopes

Gerente de Estratégia: Pedro Machado de Godoy

Gerente de Produção Editorial: Leonardo Reginato

Gerente de Revisão Editorial: Joana Paim da Luz

Estagiária de Ações Educativas: Larissa Gehlen

Comitê de Revisão Científica: Aldo Luiz Bizzocchi, Alex Fabiano Bueno, Ana Karina Oliveira, Ana Sofia Cardoso, Andrea Paula Santos, Claudio Jardel Soares, Danielle da Silva Trentin, Fabiana da Silva Felix, José de Souza, Karine Ringon Zimmer, Marina Scopel, Poliana Deyse Gurak

Diagramação: Na Mooca

Projeto Gráfico: Leonardo Reginato

Realização: Diretoria Acadêmica - Associação Brasileira de Incentivo à Ciência



3	Apresentação
4	Guia de leitura
5	Etnologia e atividade biológica da planta medicinal <i>himatanthus sucuuba</i> Lays Costa Pires, Matheus Filipe Saldanha Pereira, Stéfany Teixeira Martins, Larissa Amaral Diniz Tómaز e Fernanda Aires Guedes Ferreira
11	Desenvolvimento de um novo método de medição de umidade do solo para controle de irrigação Fabiane Kuhn, Guilherme de Oliveira Ramos e Marco César Sauer
18	Monitor de reposição hídrica corporal Natália Hedlund Jardim e Caio Felippe Abe

Marcelo Gleiser¹, astrofísico brasileiro conhecido por popularizar o pensamento científico e incentivar a busca pelo saber, define a ciência como uma construção humana cujo imenso poder reside em sua abrangência e flexibilidade. Ele compara essa construção a uma ilha, a chamada Ilha do Conhecimento, que adquire novas dimensões a cada descoberta. O horizonte do desconhecido acompanha essa mudança, porque colecionar descobertas amplia nossa ilha, mas também dá margem a novas perguntas. Pensando nisso, é com entusiasmo que o Scientia Prima oportuniza a leitura de três artigos que visitam terras comuns à Botânica, à Engenharia e à Eletrônica, no quarto volume do periódico. Nesta breve viagem de descobrimento, você, mais uma vez, terá como guias jovens pré-universitários interessados em desvendar o mundo e ampliar a ilha de múltiplos saberes que ampara nossa existência.

O estudo intitulado Etnologia e Atividade Biológica da Planta Medicinal *Himatanthus succuba* propõe um percurso investigativo por entre a etnologia e as atividades biológicas da planta popularmente conhecida como Sucuuba, uma árvore de grande porte, nativa da região Amazônica, cujas folhas são comumente utilizadas nas formas de decocção e infusão, contra constipação, dores e irritação do estômago, enquanto seu látex é empregado topicalmente contra afecções de pele e na cura de câncer. Assim, ao elegerem um recurso natural associado à medicina popular como objeto de estudo, os autores nos convidam a questionar saberes há muito presentes na rotina e na cultura de grande parte dos brasileiros.

Sob o título Desenvolvimento de um Novo Método de Medição de Umidade do Solo para Controle de Irrigação, os autores do segundo artigo deste volume se mostram atentos a problemas de ordem global, ao dialogarem com o conceito de desenvolvimento sustentável. Tal diálogo é percebido quando apresentam uma forma de viabilizar o consumo inteligente de recursos hídricos. Em síntese, o texto aborda o processo de desenvolvimento de um sistema de controle de irrigação idealizado para racionalizar o uso da água em plantações e, desse modo, atenuar a demanda hídrica da agricultura.

Por fim, o artigo denominado Monitor de Reposição Hídrica Corporal dedica-se à investigação da hidratação corporal, assunto que por vezes desperta o interesse de públicos variados, uma vez que adquire relevância no âmbito da saúde, do esporte, da estética, etc. A partir do desenvolvimento de um dispositivo portátil, sob a forma de um relógio de pulso, os autores sugerem ser possível monitorar a temperatura corporal do usuário, uma vez que um sensor, posicionado na região cutânea, identifica a variação da temperatura durante a atividade física; o dispositivo, então, alerta o momento de fazer a reposição hídrica.

Espero que a leitura que se inicia seja uma viagem prazerosa e, sobretudo, alimente sua vontade de buscar novos horizontes, capazes de lhe dizer algo sobre o que você deseja compreender. Essa procura por sentido nos define enquanto espécie e tem nos levado a (re)construir a Ilha do Conhecimento desde o princípio de nossa história, movidos por esse instinto de questionar e (re)criar horizontes. Avante!

Joana Paim da Luz
Gerente de Revisão Editorial

¹ GLEISER, M. *The Island of Knowledge: The Limits of Science and The Search for Meaning*. Basic Books, 2014.

Iniciaremos agora um breve percurso pela estrutura de um artigo científico, um texto que costuma ser utilizado especificamente por cientistas, na divulgação de seus estudos. É importante lembrarmos que, mesmo apresentando os mesmos elementos textuais, artigos científicos nem sempre possuem a mesma formatação. Isso significa que você poderá encontrá-los em variados formatos, ou seja, diferentes apresentações dos mesmos elementos textuais.

A seguir, percorreremos a estrutura proposta pelo Scientia Prima, para melhor compreendermos os textos do periódico.

TÍTULO É o primeiro contato que temos com o trabalho do qual trata o artigo. Ao tomarmos conhecimento do título, iniciamos a nossa compreensão do trabalho, ou seja, passamos a dar sentido ao texto. Por isso, é importante que o título seja de fácil entendimento e expresse com clareza o assunto do trabalho.

AUTORES Em seguida, conhecemos as pessoas que escreveram o texto e, portanto, são autoras das ideias que virão a seguir. Isso nos permite buscar mais informações a respeito do assunto do artigo, bem como de outros trabalhos produzidos por elas, capazes de complementar nosso entendimento do tema – antes ou depois da leitura do texto.

RESUMO
PALAVRAS-CHAVE Logo após, a leitura do Resumo e das Palavras-Chave explica e, sobretudo, sintetiza não só o assunto do texto, mas também o percurso do trabalho, o modo como ele se desenvolveu, da sua concepção a sua conclusão. A partir de agora, já contamos com uma visão geral do estudo.

ABSTRACT
KEYWORDS As versões em Inglês do Resumo e das Palavras-Chave, que aparecem em seguida, oferecem a possibilidade de buscarmos informações acerca do assunto em outra língua e, assim, diversificarmos nossas fontes de pesquisa.

1. INTRODUÇÃO Para que possamos iniciar a leitura mais aprofundada do trabalho, vamos à introdução, um pedacinho do artigo que, como o próprio nome diz, introduz o assunto com maior riqueza de detalhes. Aqui, geralmente, é mencionada a motivação da pesquisa e a relevância do trabalho.

2. DESENVOLVIMENTO Passamos, então, para desenvolvimento do trabalho realizado pelos autores, momento em que encontramos, detalhadamente, os conceitos trabalhados, a metodologia adotada e todo o processo de pesquisa descrito. Para melhor organizar e expor o processo aos seus leitores, os autores costumam dividi-lo em **subitens**, cada um destinado a uma etapa ou tópico específico do estudo que realizaram.

**Figuras**

As figuras encontradas ao longo do artigo auxiliam nossa compreensão do texto ao ilustrarem os conceitos, métodos e processos mencionados pelos autores.

**Tabelas**

As tabelas, assim como as ilustrações, são inseridas ao longo do artigo com o objetivo de sistematizar dados, resultados e informações importantes para a nossa compreensão do trabalho. As tabelas, assim como as ilustrações, são inseridas ao longo do artigo com o objetivo de sistematizar dados, resultados e informações importantes para a nossa compreensão do trabalho.

3. CONCLUSÃO A chegada à conclusão nos aproxima do encerramento do artigo. Aqui, obtemos informações sobre os resultados e considerações finais dos autores acerca de todo o percurso de estudo percorrido.

4. REFERÊNCIAS

O artigo se encerra com as referências adotadas pelos autores, ou seja, com a listagem de todos os trabalhos consultados, que compuseram a fundamentação científica do artigo que lemos. Muitas vezes, nós, leitores, recorremos às referências para localizarmos um trabalho que foi mencionado no artigo e que gostaríamos de ler futuramente.



ETNOLOGIA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DA PLANTA MEDICINAL *HIMATANTHUS SUCUUBA*

Lays Costa Pires, Matheus Filipe Saldanha Pereira, Stéfany Teixeira Martins, Larissa Amaral Diniz Tómac e Fernanda Aires Guedes Ferreira

Escola Estadual Domingos Justino Ribeiro.

Mateus Leme - MG, Brasil.

Resumo: *Himatanthus sucuuba* (Spruce) Woodson, da família Apocynaceae, é uma árvore de grande porte, nativa da região Amazônica e conhecida popularmente como Sucuuba. As folhas são utilizadas popularmente na forma de decocto e infusão contra constipação, dores e irritação do estômago, enquanto o látex é empregado topicalmente contra afecções de pele e na cura de câncer. Esta planta é amplamente utilizada na medicina popular como antitumoral, antifúngica, vermífuga e antianêmica. O objetivo desta pesquisa foi investigar a etnologia e as atividades biológicas da planta *H. sucuuba* fazendo testes químicos e biológicos com o seu chá e o seu látex. Para isso foram feitas pesquisas de campo, através de entrevistas semi-estruturadas (n=65), para averiguar a percepção da população da cidade de Mateus Leme, Minas Gerais sobre a sucuuba. Também, foram conduzidos testes, em triplicata com análises em dias alternados, para validar as condições de armazenamento, validade, características químicas e ação vermicida do chá e do látex extraídos da planta. Os resultados mostraram que as propriedades medicinais da planta sucuuba ainda não são populares na cidade, ainda que muitos utilizem a espécie de forma medicinal sem conhecimento de suas características. Os resultados experimentais mostraram que o chá e o látex necessitam de armazenamento em baixas temperaturas, com validade máxima de 10 dias, possuem pH ácido, cheiro forte e fácil solubilidade. Os testes vermicidas mostraram que, nas concentrações de látex comumente usadas pela população (3 ml.L⁻¹), a sucuuba não apresenta efeito tóxico. Conclui-se que sucuuba é uma potencial planta para a fitoterapia.

Palavras-chaves: *Himatanthus sucuuba*; medicina; látex; chá.

Abstract: *Himatanthus sucuuba* (Spruce) Woodson, Apocynaceae family, is a large tree, native to the Amazon region and popularly known as sucuuba. The leaves are popularly used in the form of decoction and infusion against constipation, pain and irritation of the stomach, while the latex is used topically against skin diseases and cure cancer. This plant is widely used in folk medicine as antitumor, antifungal, anthelmintic and antianemic. The objective of this research was to investigate the ethnology and the biological activities of the plant *H. sucuuba* doing chemical and biological tests with your tea and your latex. For this were performed field researches, through semi-structured interviews (n = 65), to investigate the perception of the population of the city of Mateus Leme, Minas Gerais about sucuuba. Also, tests were conducted in triplicate with analyzes every alternate day, to validate the storage conditions, validity, chemical and vermicide action tea and latex extracted from the plant. The results demonstrated that medicinal properties of the plant sucuuba are not yet popular in the city, though using many of medicinal form without knowledge of their characteristics. The experimental results showed that tea and latex require storage at low temperatures, validity maximum of 10 days, acid pH, strong odor and easy solubility. The vermicide tests showed that at concentrations of latex commonly used by the population (3 ml.L⁻¹) sucuuba does not present toxic effects. We conclude that the sucuuba is potential plant for phytotherapy.

Keywords: *Himatanthus sucuuba*, medicine, latex, tea.

1 INTRODUÇÃO

Himatanthus sucuuba (Spruce) Woodson, da família Apocynaceae, é uma árvore de grande porte, nativa da região Amazônica e conhecida popularmente como sucuuba, janaguba e sucuba [1]. Anteriormente pertenceu ao gênero Plumeria [2] e é muito confundida com a espécie *H. lancifolius* (Mull.Arg) Woodson. É uma planta lactescente, de tronco ereto e casca rugosa. Possui folhas glabras, coriáceas e de margens inteiras. As inflorescências estão dispostas em cimeiras terminais com poucas flores, grandes e brancas [1].

Em terra firme, a *H. sucuuba* habita áreas que não estão sujeitas a períodos prolongados de saturação de água no solo [3]. Nos ambientes alagados, sua ocorrência acontece em regiões de várzea baixa [4]. Nos dois locais, a planta é encontrada ocorrendo em áreas abertas, nos bordos das florestas [3, 4].

Os frutos da sucuuba são descentes com numerosas sementes elipsoides secas, envoltas por uma ala membranosa circular bem desenvolvida [5]. Esta estrutura reveste inteiramente a semente, protegendo-a e facilitando a dispersão anemocórica da espécie. A polinização é realizada por insetos da família Sphingidae [5,6].

As folhas são utilizadas popularmente na forma de chá, usado contra constipação, dores e irritação do estomôago [5]. O látex é empregado topicalmente contra afecções de pele [7]. Além destas ações medicinais, esta planta é amplamente utilizada na medicina popular como antitumoral, antifúngica, vermífuga e antianêmica [8]. Os compostos químicos frequentemente isolados são os iridoides, tais como a fulvoplumierina, a plumericina, a isoplumericina [9, 10], o ácido confluêntico e o ácido metilparlatólico [11].

Estudos farmacológicos evidenciaram na *H. sucuuba* atividade anti-inflamatória e analgésica dos iridoides presentes na casca do caule e no látex [9, 12], além de atividade citotóxica seletiva do látex [9], efeito cicatrizante [13] e atividade antibacteriana para *Clostridium histolyticum* e *Bacteroides fragilis* [14]. Também foi evidenciada baixa toxicidade reprodutiva e teratogênica de sucuuba em ratas, indicando baixa toxicidade para consumo [15].

Conforme os estudos de Ferreira et al (2014) [16] e Amaral et al (2007) [17] é crescente a automedicação de sucuuba em Minas Gerais, sendo muitas vezes realizada sem conhecimento prévio e sem condições ideais de consumo. Assim, o objetivo desta pesquisa foi investigar a etnologia e as atividades biológicas da planta *H. sucuuba*

fazendo testes químicos e biológicos com o seu chá e o seu látex.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Etnologia da planta *H. sucuuba*

Para traçar um perfil etnológico dos usuários de *H. sucuuba* e averiguar o conhecimento da população de Mateus Leme, Minas Gerais sobre essa planta, foram realizadas entrevistas nos domicílios de pessoas que cultivam plantas medicinais em seus jardins e quintais ($n = 65$). Os cálculos amostrais basearam-se na população total de 5.113 domicílios com algum tipo de arborização, conforme dados do IBGE (2010) [18]. através de uma distribuição homogênea de dados e nível de confiança de 95%.

Nas conversas foram realizadas questões gerais como idade, sexo, tempo de moradia no município e questões mais específicas, conforme listado a seguir:

- 1) O senhor (a) conhece a planta sucuuba?
- 2) O senhor (a) já fez uso da planta sucuuba?
- 3) Com qual finalidade o senhor (a) fez uso da planta?
- 4) O senhor (a) teve alguma reação alérgica durante o uso da planta? Se sim, qual reação?
- 5) Qual foi a forma utilizada para tratamento (chá, pó da casca, látex diluído em água)? Como o senhor (a) preparou?

2.2 Preparação do chá e do látex da *H. sucuuba*

Para preparação do chá, folhas da planta foram coletadas, lavadas e secas, em temperatura ambiente, para retirada de impurezas diversas. Após, 50g de folhas foram aquecidas em infusão em 1 litro de água filtrada.

Para extração do látex retirou-se a casca do caule da sucula e coletou-se o exsudato, obtido em pequenas gotas. Com o auxílio de uma faca, raspou-se vagarosamente o conteúdo presente na camada da entrecasca e no dobramento transversal do caule. O látex foi preparado para uso experimental na concentração de 3ml por litro de água filtrada.

As concentrações utilizadas para preparação do chá e do látex foram determinadas em consequência dos relatos dos usuários da planta sucuuba na cidade de Mateus Leme, conforme metodologias descritas no item 2.1.

2.3 Características químicas, validade e armazena-

mento do chá e do látex de *H. sucuuba*

Foram feitas análises químicas para verificar o pH e as características organolépticas (cor, cheiro e textura) do chá e do látex da sucuuba. As análises foram realizadas em triplicata e em dias alternados, até descaracterização das amostras, conforme Association of Official Analytical Chemists - AOAC [19].

Durante as análises químicas, foram conduzidos testes para verificar a validade e a temperatura ideal de armazenamento do chá e do látex. As amostras dos materiais foram colocadas em temperatura ambiente (19 a 23°C) e em refrigeração ($5^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$), estes ensaios foram realizados em triplicata.

A validade foi considerada como o tempo de conservação das amostras sem qualquer descaracterização ou presença de materiais estranhos, conforme AOAC [19].

2.4 Potencial vermicida do látex de *H. sucuuba*

Para análise vermicida foram colocados em recipientes plásticos (capacidade de 100 ml) três vermes da espécie *Tenebrios* sp. vivos. Em cada recipiente, denominados como "Teste", foram colocados chumaços de algodão molhados uniformemente, em uma única dose (toxicidade aguda) em concentrações aritméticas de látex (0,75; 1,5 e 3 ml.L⁻¹), conforme protocolo número 207 (Earthworm Acute Toxicity Tests) da Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) [20] para análise de toxicidade aguda usando larvas terrestres, inclusive a espécie *Tenebrio* sp. Utilizou-se um controle com algodão umeado somente com água (denominado "Controle 1") e um controle com algodão seco (denominado "Controle 2").

Para evitar fugas dos vermes todos os recipientes foram cobertos por tecido com rede quadriculada, proporcionando entrada de ar, umidade e ausência de nutrientes. O experimento foi realizado em sala com $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura com foto-período de claro e escuro de 12 horas.

Os vermes foram analisados nos intervalos de duas horas, três dias e cinco dias, após início do tratamento. A observação baseou-se na análise do comportamento dos vermes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa de campo para traçar o perfil etnológico

mostrou que, das pessoas entrevistadas (n=65), 15,3% já fizeram uso da sucuuba para diversas patogenias de origem fúngica e vermífuga, além de também utilizar a planta para curar cânceres diversos. O restante da população conhece pouco a planta, sendo que 26,2% já ouviram falar, mas nunca fizeram seu uso, e o 58,5% nunca ouviu falar da planta.

As pessoas usuárias de sucuuba a ingerem principalmente na forma de chá (60%). Conforme informações destes usuários, o chá deve ser preparado em forma de infusão, usando 50g de folhas para 1 litro de água. Já o látex deve ser preparado através da diluição de 3ml de látex bruto em 1 litro de água. Estes resultados mostram a sabedoria popular para preparação de chás para fins medicinais. Silva et al. (2012) [21] investigou estes conhecimentos populares e concluiu que o senso comum das populações usuárias de chás acaba por se tornar a base para investigações científicas de atividades biológicas de plantas.

O uso de plantas com fins medicinais pela população mundial tem sido muito significativo nos últimos tempos. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) mostram que cerca de 80% das pessoas já fez uso de algum tipo de erva na busca de alívio de alguma sintomatologia ou enfermidade desagradável. Desse total, somente 30% deu-se por indicação médica. Esta prática tradicional, ainda existente entre diferentes povos, tem inclusive recebido incentivos da própria Organização Mundial de Saúde - OMS [22].

Nenhum usuário da planta sucuuba declarou quaisquer efeitos colaterais pós-ingestão do chá ou do látex. A finalidade de ingestão é diversa na população, sendo bastante relatadas atividades microbianas, vermicidas e cicatrizantes. Mesmo assim, é importante ressaltar que a toxicidade de plantas medicinais é um problema sério de saúde pública. Efeitos adversos de fitomedicamentos, bem como a ação sinérgica (interação com outras drogas) ocorrem comumente [23].

Os resultados químicos mostraram que tanto o chá como o látex possuem acidez contínua, ainda que em concentrações baixas. Quanto às características organolépticas percebeu-se que o látex apresenta coloração esbranquiçada, cheiro forte (apodrecido) e diluição completa após um longo período de homogeneização (Figura 1).



Figura 1: Apresentação do látex de *H. sucuuba* após homogeneização completa

Fonte: Os autores

O chá apresenta coloração amarelada, cheiro forte (amadeirado) e diluição parcial em água. Nas primeiras horas, após a preparação o chá, apresentou a decantação de resíduos escurecidos (Figura 2).

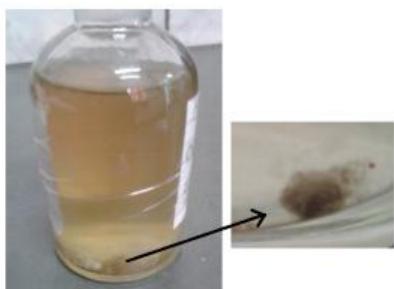


Figura 2: Apresentação do chá de *H. sucuuba* após algumas horas de preparação. Detalhes para resíduos escurecidos (restos celulares) decantados.

Fonte: Os autores

Os resíduos decantados, ao serem visualizados em microscopia óptica, permitiram concluir que se trata de restos celulares e compostos com características lipídicas. Conforme Tan et al (1991) [24] e Coppen (1983) [25] os extractos do gênero *Himatanthus* são constituídos por uma mistura de ésteres triterpênicos, que corresponde aproximadamente a 7% do peso do extrato. Estes ésteres, por não serem solúveis em água, podem, portanto, decantar durante a preparação do extrato, tal como aconteceu com o chá preparado nesta pesquisa.

Quanto ao armazenamento e validade pode-se perceber que tanto o chá como o látex necessitam de conservação em temperaturas baixas (refrigeração de $5^{\circ}\pm2^{\circ}\text{C}$). Nesta condição, ambos mantiveram características normais por até dez dias, após começarem a apresentar cheiro forte e proliferação de microrganismos. Em temperatura ambiente, tanto o chá como o látex apresentaram alterações organolépticas e microscópicas nas primeiras 24 horas, o que inviabiliza o uso nesta condição.

Conforme AOAC [19], a análise microscópica fornece

importante subsídio para avaliação de condições e práticas inadequadas durante as fases de produção, armazenamento e distribuição dos chás naturais. Nesta pesquisa, pode-se, através desta técnica, observar a proliferação de bactérias e sujidades após a descaracterização do chá e do látex de sucuuba.

Os testes vermicidas mostraram que o látex, nas concentrações máximas comumente usadas pela população (3 ml.L⁻¹) não apresentam atividades vermicidas para o verme *Tenebrio* sp.

FURTADO (2006) [26] realizou ampla revisão sobre as espécies vegetais com atividade vermífuga e enumerou 106 espécies, abrangendo 83 gêneros e 40 famílias. Porém, destas, somente 48,1% são citadas exclusivamente como anti-helmínticas (vermífugas). E nesta parcela somente 17,9% possuem indicações para o tratamento de parasitoses diversas. Estes resultados mostram que muitas vezes ações fitoterápicas são dadas popularmente como verdadeiras, porém cientificamente não há comprovação.

É importante também considerar as baixas concentrações nas quais os testes vermicidas foram realizados nesta pesquisa (0,75; 1,5 e 3ml.L⁻¹), usadas pela população que se automedica com sucuuba. Os estudos que identificaram ação vermicidas para sucuuba utilizaram-se de concentrações superiores às testadas nesta pesquisa [7, 27, 28], necessitando de estudos complementares para investigação desta atividade biológica.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se, através dos estudos etnológicos, que a planta sucuuba é uma espécie conhecida por uma parcela pequena da população da cidade de Mateus Leme, sendo que aqueles que a conhecem usam-na discriminadamente, principalmente na forma de chá (infusão) e látex diluído em água.

As pesquisas para uso fitoterápico de sucuuba mostraram que tanto o chá como o látex necessitam de armazenamento em baixas temperaturas (+/- 5°C) e devem ser consumidos por, no máximo, 10 dias. No chá, percebe-se, nas primeiras horas de preparação, a decantação de resíduos celulares com características de restos celulares e ésteres triterpênicos.

As atividades biológicas da sucuuba são descritas na literatura como antibacteriana, antifúngica e vermífuga.

Nesta pesquisa, pode-se concluir que, nas concentrações usadas pela população para preparo do látex (máximo de 3 ml.L-1), não ocorrem efeitos tóxicos contra o verme *Te-nebrio SP*, o que faz com que esta atividade biológica em outras concentrações e em outros vermes necessite de estudos complementares para investigação.

REFERÊNCIAS

- [1] CORRÊA, M. P. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Imprensa Nacional Brasília, 1984.
- [2] ARGOVIENSIS, J. M. Apocynaceae: Plumeria. 1860. In: MARTIUS, C.P.F. Flora Brasiliensis, Verlag von J. Cramer, Lehre, Vol. 6, págs. 35-42.
- [3] RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PRO-CÓPIO, L. C. Flora da reserva Ducke: guia de identificação de plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus, INPA, 1999.
- [4] WITTMANN, F.; ANHUF, D.; FUNK, W.J. Tree species distribution and community structure of central Amazonian várzea forests by remote-sensing techniques. Journal of Tropical Ecology, v. 18, n. 06, p. 805-820, 2002.
- [5] LORENZI, H.; MATOS, F. J.; FRANCISCO, J. M. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Instituto Planitarum de Estudos da Flora, 2002.
- [6] PLUMEL, M. M. Le genre *Himatanthus* (Apocynaceae) révision taxonomique. Bradea, 1991.
- [7] DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica. Unesp, 2002.
- [8] VAN DEN BERG, M. E. Plantas Medicinais na Amazônia - Contribuição ao seu conhecimento sistemático. Coleção Adolpho Ducke, 1982.
- [9] SILVA, J. R. D. A.; REZENDE, C. M.; PINTO, Â. C.; PINHEIRO, M. L.; CORDEIRO, M. C.; TAMBORINI, E.; YOUNG, C. M.; BOLZANI, V. D. S. Triterpenic esters from *Himatanthus sucuuba* (Spruce) Woodson. Química Nova, v. 21, n. 6, p. 702-704, 1998.
- [10] WOOD, C. A.; LEE, K.; VAISBERG, A. J.; KINGSTON, D. G.; NETO, C. C.; HAMMOND, G. B. A bioactive spirolactone iridoid and triterpenoids from *Himatanthus sucuuba*. Chemical and pharmaceutical bulletin, v. 49, n. 11, p. 1477-1478, 2001.
- [11] ENDO, Y.; HAYASHI, H.; SATO, T.; MARUNO, M.; OHTA, T.; NOZOE, S. Confluentic acid and 2'-O-methylperlatolic acid, monoamine oxidase B inhibitors in a Brazilian plant, *Himatanthus sucuuba*. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. v.42, n.6, p. 1198-1201, 1994.
- [12] DE MIRANDA, A. L.; SILVA, J. R.; REZENDE, C. M.; NEVES, J. S.; PARRINI, S. C.; PINHEIRO, M. L.; CORDEIRO, M. C.; TAMBORINI, E.; PINTO, A. C. Anti-inflammatory and analgesic activities of the latex containing triterpenes from *Himatanthus sucuuba*. Planta medica, v. 66, n. 3, p. 284-286, 2000.
- [13] VILLEGAS, L. F.; FERNÁNDEZ, I. D.; MALDONADO, H.; TORRES, R.; ZAVAleta, A.; VAISBERG, A. J.; HAMMOND, G. B. Evaluation of the wound-healing activity of selected traditional medicinal plants from Peru. Journal of ethnopharmacology, v. 55, n. 3, p. 193-200, 1997.
- [14] NETO, C. C.; OWENS, C. W.; LANGFIELD, R. D.; COMEAU, A. B.; ONGE, J. S.; VAISBERG, A. J.; HAMMOND, G. B. Antibacterial activity of some Peruvian medicinal plants from the Callejon de Huaylas. Journal of ethnopharmacology, v. 79, n. 1, p. 133-138, 2002.
- [15] DE OLIVEIRA GUERRA, M.; PETERS, V. M. Screening for reproductive toxicity in rats for a decoction of *Himathanthus sucuuba* stem bark. Journal of ethnopharmacology, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1991.
- [16] FERREIRA, F. M. C.; LOURENÇO, F. J. C.; BALIZA, D. P. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais na comunidade quilombola Carreiros, Mercês-Minas Gerais. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 3, p. 205-212, 2014.
- [17] AMARAL, A. C. F.; FERREIRA, J. L. P.; PINHEIRO, M. L. B. A.; SILVA, J. R. Monograph of *Himatanthus sucuuba*, a plant of Amazonian folk medicine. Pharmacognosy Reviews, v. 1, n. 2, p. 305, 2007.
- [18] IBGE. Informações demográficas de Mateus Leme, 2010. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/>

xtras/perfil.php?codmun=314070>. Acessado em: 23 jun. 2016.

[19] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) Official methods of analysis of AOAC. Official method 972.40A. Gaithersburg, MD, USA, 2010.

[20] OECD Guideline 207. Earthworm Acute Toxicity Tests. Organization for Economic Co-operation and Development. 1984.

[21] SILVA, A. G.; LIMA, R. A.; DA SILVA, L. P. D. S. P.; SOUZA, A. C. R. Uso, conservação e diversidade de plantas aromáticas, condimentares e medicinais para fins medicinais na comunidade Vila Princesa, Porto Velho-RO. Revista Pesquisa & Criação, v. 10, n. 2, p. 21-35, 2012.

[22] MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JR, V. F.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Medicinal plants: the need for multidisciplinary scientific studies. Química Nova, n.3, v.25, p.429-38, 2002.

[23] JUNIOR, V. F. V.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura. Química nova, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

[24] TAN, G. T.; PEZZUTO, J. M.; KINGHORN, A. D.; HUGHES, S. H. Evaluation of natural products as inhibitors of human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1) reverse transcriptase. Journal of Natural Products, v. 54, n. 1, p. 143-154, 1991.

[25] COPPEN, J. J. W. Iridoids with algicidal properties from *Allamanda cathartica*. Phytochemistry, v. 22, n. 1, p. 179-182, 1983.

[26] FURTADO, S. K. Alternativas fitoterápicas para o controle da verminose ovina no estado do Paraná: testes in vitro e in vivo. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2006.

[27] FERNANDES, M. Z. L. C. M.; FERNANDES, R. M.; SOUSA, M. C. B. B.; LOPES, J. B. Determinação da toxicidade aguda da *Himatanthus sucuuba* (Spruce) Woodson (Apocynaceae) em camundongos. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 81, p. 98-100, 2000.

[28] LARROSA, C. R. R.; DUARTE, M. R. Morfoanatomia de folhas de *Himatanthus sucuuba* (Spruce) Woodson, Apocynaceae. Acta Farmacêutica Bonaerense, v. 24, n. 2, p. 165, 2005.



DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO MÉTODO DE MEDAÇÃO DE UMIDADE DO SOLO PARA CONTROLE DE IRRIGAÇÃO

Fabiane Kuhn, Guilherme de Oliveira Ramos e Marco César Sauer

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha.
Novo Hamburgo - RS, Brasil.

Resumo: O presente trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de controle de irrigação que tem como objetivo racionalizar o uso da água em plantações, atingindo a área de maior demanda hídrica nacional, a agricultura. Para tanto, foi desenvolvido um novo método de medição de umidade do solo, utilizando o princípio da reflectometria no domínio tempo (TDR), que é composto por um sensor e um circuito eletrônico. O modelo proposto foi testado em ensaios práticos em diferentes tipos de solo e, por meio da análise estatística da variância, foi comprovada sua validade independente da composição do solo. O sistema completo é constituído por sensor de umidade e circuito medidor, ambos em campo e alimentados por painéis solares e, ainda, por uma unidade central que recebe, via radiofrequência, os dados medidos. A unidade central é uma placa Raspberry Pi, que conta com um banco de dados, interface com o usuário e unidade de controle do sistema de irrigação. No banco de dados, são armazenados os parâmetros para controle de cada tipo de cultura e a umidade medida. Essas informações são disponibilizadas em forma de gráficos e tabelas num ambiente web em períodos desejados. Para o cálculo da média apresentada, um código PHP realiza a eliminação de erros a partir do Critério de Chauvenet, exibindo apenas os valores válidos. Através das medidas obtidas pelo sensor e do tipo de cultura, o sistema determina o momento em que o processo de irrigação se torna necessário e o aciona automaticamente, sem a necessidade de substituição do aparelho de controle manual existente em campo.

Palavras-chaves: Controle de irrigação; sensor de umidade do solo; método de medição; uso racional de água.

Abstract: This paper consists in an irrigation control system that aims to rationalize the use of water in crops, reaching the area of biggest water demand in the world, the agriculture. To this end, we developed a new method of soil moisture measurement using the principle of time-domain reflectometry (TDR), which consists of a sensor and an electronic circuit. The proposed method was tested in practical experiments with different soil types and the data passed through a statistical analysis of variance, which has proven the data validity, independent of the soil composition. The complete system is composed by a soil moisture sensor and a measurer circuit, both in the field and powered by solar panels, and also by a central unit which receives the measured data by radiofrequency. The central unit is a Raspberry Pi board, which has a database, user interface and irrigation control. In the database, the parameters to control each crop type and the moisture measurement are stored. This information is available in the form of charts and graphs of a desired period in a web environment. To calculate the average presented, a C algorithm performs an error elimination based on Chauvenet's Criterion, displaying only valid values. Through the measurements obtained by the sensor and the crop type, the system determines the time that the irrigation process becomes necessary and automatically activates it, eliminating the need of replacement of the manual control device already installed in field.

Keywords: Irrigation control, soil moisture sensor, measurement method, waste of water.

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água potável e confiável é indispensável para a saúde da população, seja ela usada para beber, lavar, produzir alimentos ou recreação. Melhorar o sistema de saneamento básico e administrar os recursos hídricos pode impulsionar o crescimento econômico de um país [1].

De acordo com Maude Barlow [2], o consumo de água está dobrando a cada vinte anos, enquanto o crescimento da população é duas vezes menor.

"Quase metade da população mundial estará vivendo em áreas de grande escassez de água antes de 2030", disse o secretário-executivo da Organização das Nações Unidas de Combate à Desertificação, Luc Gnacadja, em uma reunião internacional em Genebra. Além disso, 168 países alegaram estar sendo afetados pela desertificação, processo de degradação do solo que afeta a produção de alimentos [3].

Segundo dados publicados pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) [4]: "Se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 será necessário 60% a mais de comida, 50% a mais de energia e 40% a mais de água". Para atender essa demanda é necessário que haja um aumento na eficiência da exploração dos recursos hídricos.

A Un-Water, mecanismo inter-agência da Organização das Nações Unidas responsável pelas questões relacionadas à água fresca, afirma que: "a agricultura é o maior consumidor de água, sendo que a irrigação utiliza 70% da água mundial". Além disso, o sistema predominante para produção agrícola em todo o mundo, a agricultura de sequeiro, produz, em média, pouco mais de 50% do potencial que podia ser obtido sob gestão agrícola ideal [5]. A ONU alega que tecnologias inovadoras são necessárias para produzir mais comida com menos água, sem perder nutrientes [6].

De acordo com a Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE [7], o Rio Grande do Sul alcançou, em 2011, o posto de quarto maior produtor de milho e terceiro maior produtor de soja do Brasil. Na produção de milho, por exemplo, há um aumento de 61% no rendimento da plantação quando algum método de irrigação é utilizado, tornando o processo indispensável para minimizar os riscos de quebra de safra [8].

Durante uma reunião com doutores em agronomia e professores da Universidade Federal do Rio Grande do

Sul, eles explicaram o grande impacto que as plantações de milho e soja têm no país e como o atual sistema de análise de umidade no solo é dependente de intervenção humana; também realçaram a tendência da telemetria em ambientes agrícolas e abordaram a dificuldade para a otimização da irrigação através de um sistema independente. A partir dessa reunião, foi possível definir a problemática abordada no trabalho, que é: como desenvolver um sistema capaz de auxiliar no gerenciamento da água utilizada na irrigação de soja e milho?

A primeira etapa para o desenvolvimento do sistema foi uma pesquisa sobre os métodos de medição de umidade existentes no mercado, na qual foi percebida a carência de um método confiável e preciso para mensurar a umidade em diferentes tipos de solo, fato que levou à criação de um novo sensor.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Critérios do produto

O sistema desenvolvido seguiu os critérios pré-estabelecidos, visando o maior aproveitamento do equipamento, assim especificados:

- Os sensores utilizados deveriam estar inseridos no solo;
- O método de medição deveria funcionar em qualquer tipo de solo, sem a necessidade de calibração individual dos sensores para determinado tipo de solo;
- A comunicação entre sensores e etapa de controle deveria ser feita sem fio;
- A interface com o usuário deveria ser interativa, sem exigir conhecimentos técnicos ou específicos;
- A alimentação dos sensores deveria ser realizada com placas fotovoltaicas, eliminando a necessidade de cabos em campo;
- A energia deveria ser armazenada em baterias com autonomia para manter o sistema em funcionamento na ausência de radiação solar;
- O sistema deveria acionar o método de irrigação existente em campo quando necessário.

2.2 Descrição do novo produto

Para o auxílio no gerenciamento da irrigação, o novo produto conta com dois módulos: um localizado no campo com sensor, medidor de umidade e comunicação sem fio para troca de informações como servidor, utiliza baterias e energia solar dispensando a conexão com a rede

elétrica através de cabos; Outro composto por uma Raspberry Pi que tem um servidor de dados, unidade de controle e acionamento do sistema de irrigação, conforme a figura 1.

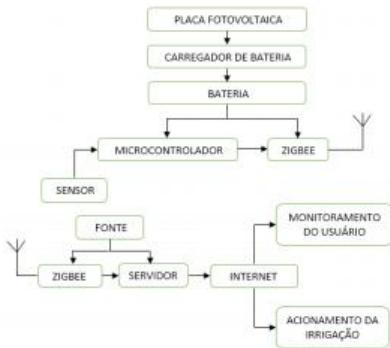


Figura 1: Diagrama de blocos do sistema.

Fonte: Os autores

2.3 Novo método de medição de umidade de solo

Considerando que a maioria dos sensores de umidade encontrados no mercado apresentam problemas para medir a umidade do solo de forma confiável, necessitando de calibração para cada tipo de solo, foi desenvolvido um medidor de umidade universal, ou seja, que pudesse medir a umidade independentemente do tipo de solo.

2.3.1 Sensor de umidade do solo

Para medir a umidade do solo, foi desenvolvido um sensor utilizando o princípio da reflectometria no domínio tempo (TDR), que consiste em emitir um pulso em duas hastes paralelas e medir o tempo de reflexão da onda. O princípio pode ser utilizado para medir a umidade em diferentes tipos de solo, pois mede a constante dielétrica do meio. No caso do solo, a constante dielétrica varia de 3 a 5 (de acordo com sua composição) e no caso da água é de 81. Sendo assim, há uma influência muito maior da água no resultado.

O sensor de umidade do solo foi construído a partir de um molde desenvolvido com borracha de silicone. Esse molde serviu como base para o desenvolvimento de diferentes modelos do sensor proposto, todos com os mesmos princípios.

O primeiro modelo de sensor utiliza duas hastes metálicas de 24cm cada, com 6mm de diâmetro. Considerando que o sensor deve ser inserido no solo e, por consegui-

te condicionado a variações climáticas e de umidade do meio, foi utilizada uma resina de poliéster isoftálica com NPG para fixar as hastes, pois apresenta resistência à água e a alguns produtos químicos não muito agressivos; além disso, resinas com NPG tem resistência contra intempéries. Para a conexão do sensor, foi utilizado um cabo coaxial de 50Ω . O processo de construção pode ser dividido em três principais etapas:

Etapa 1 – Conectar o cabo coaxial nas hastes metálicas, utilizando um ferro de solda e estanho, conforme figura 2.



Figura 2: Soldagem das hastes.

Fonte: Os autores

Etapa 2 – Misturar a resina de poliéster isoftálica com um Catalisador Butanox M50, para possibilitar a secagem do material e então aplicar no molde, fixando as hastes, conforme figura 3.



Figura 3: Utilização da resina no sensor.

Fonte: Os autores

Etapa 3 – Esperar o tempo necessário para a resina secar, tornando forma resistente e então retirar o sensor utilizando vaselina como facilitador da retirada das hastes, conforme figura 4.



Figura 4: Finalização do sensor.

Fonte: Os autores

2.3.1.1 Validação do sensor

Para a análise da resposta do sensor, foram realizados testes em um laboratório do Curso Técnico de Eletrônica da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. Para isso foi realizado um processo de secagem de três amostras de solo, no qual as amostras foram submetidas à uma fonte de calor para que houvesse a evaporação da água contida nos solos. Os primeiros testes realizados com o sensor desenvolvido apresentaram um problema, pois de acordo com a quantidade de água no solo a impedância característica do meio ia diminuindo e, por conseguinte, o sinal atenuando. Devido à atenuação, após 30% de umidade não era possível continuar realizando as medições. A solução para esse problema foi a isolação elétrica das hastes metálicas. Para isolar as hastes foi utilizado um tubo termo retrátil, permitindo que, independentemente da quantidade de água no solo, o sinal refletido pelo sensor TDR tenha a mesma amplitude.

Com o problema resolvido, foram realizados testes utilizando amostras de solos previamente secos. Após a obtenção de amostras de 3kg de terra, 3kg de areia e 3kg de uma terceira amostra da mistura dos dois tipos de solo, sem umidade relativa, foi adicionado níveis proporcionais de água e realizadas medidas com o sensor, analisando sua resposta.

Tabela 1: Testes com o sensor desenvolvido

UMIDADE	TIPO DE SOLO		
	AREIA	TERRA	MISTURA
0%	16,1ns	16,18ns	15,94ns
	16,07ns	16,07ns	16,01ns
5%	16,27ns	16,23ns	16,3ns
	16,19ns	16,33ns	16,32ns
10%	16,9ns	16,45ns	16,5ns
	16,65ns	16,6ns	16,75ns
15%	19ns	16,8ns	16,2ns
	19,3ns	16,75ns	16,8ns
20%	20,1ns	16,9ns	16,55ns
	20,8ns	16,95ns	16,8ns

25%	22ns	17,27ns	16,8ns
	21,8ns	17,3ns	17,05ns
30%	22,2ns	17,6ns	17,3ns
	22,5ns	17,15ns	17,5ns
35%	22,3ns	17,65ns	17,55ns
	22,4ns	17,27ns	17,8ns
40%	22,56ns	17,65ns	18,3ns
	22,87ns	17,48ns	18,05ns
45%	22,5ns	18,4ns	19,1ns
	22,6ns	18,17ns	19,05ns

Com a realização dos testes, exibidos na tabela 1, foi possível perceber que após 45% de umidade no solo, a amostra de terra e a de mistura não absorviam mais a água, chegando em seu limite de saturação (definido como capacidade de campo). Já a amostra de areia atinge sua capacidade de campo em 15%, perdendo a linearidade a partir desse momento, afinal o solo não absorve mais água. Além disso, os valores medidos foram submetidos a uma análise estatística da variância, a fim de comprovar a validade dos dados obtidos através do sensor.

2.3.2 Circuito medidor de umidade do solo

A umidade relativa do solo está relacionada com o tempo de subida (rise time) de um pulso. A resposta analisada, por ser dada em nanosegundos, é demasiadamente complexa para ser diretamente interpretada por um microcontrolador. Para condicionar esse sinal, foi desenvolvido um circuito que realiza a conversão do tempo para um valor de tensão. A vantagem desse processo é a possibilidade da utilização do conversor analógico digital de qualquer microcontrolador.

2.3.2.1 Testes com sensor e medidor

Para a validação do circuito proposto foram realizados novos testes, semelhantes aos utilizados para a validação do sensor. A placa de circuito impresso desenvolvida foi conectada ao sensor através de um conector BNC e então foi realizada uma análise com um osciloscópio do laboratório de Eletrônica da Fundação Liberato, analisando o tempo de subida do sinal do sensor e a tensão de saída do circuito medidor, conforme tabela 2.

Tabela 2: Testes com sensor e medidor

UMIDADE	RISE TIME	TENSÃO
0%	44ns	1,4V
5%	45,6ns	1,52V
10%	47,5ns	1,6V
15%	48ns	1,68V
20%	49ns	1,72V
25%	50ns	1,84V
30%	51ns	2V
35%	52ns	2V
40%	53ns	2,08V
45%	55ns	2,16V
50%	54ns	2,08V

Os testes realizados confirmaram o funcionamento do sistema como um todo.

2.3.2.2 Eliminação de erros

Todos os dados, antes de serem exibidos ao usuário e ao sistema para acionamento da irrigação, são submetidos a um código de eliminação de erros através do Critério de Chauvenet, que especifica que um valor medido pode ser rejeitado se a probabilidade de obter o desvio em relação à média é menor que $1/2n$, onde n é o número de medidas. Inicialmente foi calculado o desvio médio e o desvio padrão do conjunto de dados medidos. O desvio de cada um dos pontos foi comparado com o desvio padrão, para assim se eliminar os pontos duvidosos. Para a apresentação dos dados finais, um novo valor médio e um novo desvio padrão foram calculados, sem incluir os pontos eliminados, esta nova média é divulgada ao usuário e ao sistema.

2.4 Etapa de controle e transmissão de dados

Os dados obtidos pelo sensor inserido em campo, são transmitidos para a etapa de controle através de uma conexão sem fio. A etapa de controle fica responsável por comparar os dados com parâmetros estabelecidos para a cultura e tipo de solo em que o sistema está implementado, acionar automaticamente o processo de irrigação e inserir os valores medidos em um banco de dados para acompanhamento do usuário.

Para a conexão sem fio foi utilizado o protocolo Zigbee,

devido a sua facilidade de implementação e baixo consumo, fator decisivo visto que o sistema ficará em campo e alimentado por placas fotovoltaicas. O protocolo também permite a criação de redes Mesh, o que possibilita a criação de uma rede de sensores, aumentando ainda mais a precisão no uso de recursos hídricos.

2.5 Interface gráfica

A interface gráfica foi desenvolvida objetivando obter um fácil entendimento para o usuário, plotando gráficos a partir da base de dados dos valores medidos. A plataforma foi desenvolvida utilizando PHP, HTML e CSS e possui fundamentalmente uma página principal, uma área de acesso ao usuário e página para contato e informações gerais. Na página de acesso ao usuário é requisitado um login e senha, para obter acesso aos dados específicos de sua lavoura. Feito o login, o código redireciona o usuário a uma página de controle, na qual é possível escolher um período de tempo para visualizar informações, tais como tabela e gráfico da quantidade de água no solo. Além disso, é possível configurar outros parâmetros, como a cultura a ser irrigada, o tipo de solo existente no local e ainda os momentos em que a irrigação deve ou não ser acionada.

Os momentos em que a irrigação deve ser acionada em cada cultura afetada, com enfoque principal em soja e milho, já vem configurados de acordo com o recomendado para a máxima produção, contudo, esses pontos podem ser reconfigurados pelo usuário.

2.6 Testes em diferentes tipos de solo utilizados no cultivo de soja e milho

Para a validação e teste da universalidade do método, foram utilizados dois tipos de solo predominantes no cultivo de soja e milho no Rio Grande do Sul, sendo um deles composto por 50% de argila e 20% de areia (solo argiloso) e o outro 18% de argila e 55% de areia (solo franco-arenoso), os dois extremos nesse cultivo. Nesse teste foi possível traçar um gráfico comparativo das medidas realizadas em cada solo, até 25% de umidade, pois essa é a capacidade de campo dos solos franco-arenosos. Os dados obtidos estão na figura 5 onde pode-se observar o baixo erro encontrado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise da confiabilidade das medidas

Através dos testes e experiências realizadas foi possí-

vel desenvolver uma análise estatística da variância e da incerteza de medição através do método Monte Carlo, chegando à conclusão de que o sensor TDR pode ser considerado um meio confiável para estimar a umidade do solo, conforme tabela 3.

Tabela 3: Análise e estatística

VF	QS	DOF	MS	Fc	Ft
Umidade	106,84	9	11,87	339,91	2,41
Tipo de Solo	116,78	2	58,39	1671,9	4,61
Erro	1,05	30	0,03		
Total	280,72	59			

As constatações feitas durante os testes mantém a coerência com os dados teóricos do ponto de murcha permanente e capacidade de campo de cada tipo de solo.

3.2 Análises dos testes em diferentes solos

Foram realizados testes em dois tipos de solo, franco-arenoso e argiloso, a fim de delimitar o nível de erro em diferentes solos, possibilitando a validação do sistema.

Essas medidas foram realizadas após a secagem das amostras de solo através do método de aquecimento em um forno. Adicionou-se quantidades conhecidas de água às amostras de solo, medindo-se a umidade

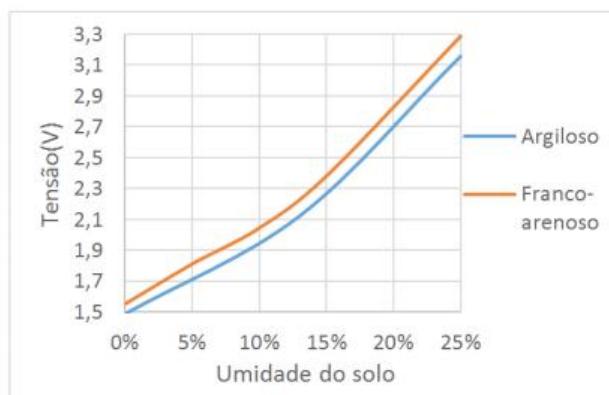


Figura 5: Teste com dois tipos de solo.

Fonte: Os autores

através do sistema desenvolvido. É possível perceber, conforme figura 5, uma variação de aproximadamente 1,5% entre a resposta de um solo e outro, resolução obtida sem nenhuma calibração diferenciada no sistema de medição para cada tipo de solo.

4 CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido alcançou o objetivo proposto: tornar-se um sistema para monitorar e controlar o processo de irrigação. Para tal, foi desenvolvido um método de medição de umidade, eliminando os problemas e limitações dos sensores existentes no mercado.

O novo método foi desenvolvido a partir de um princípio que pode ser utilizado para estimar a umidade em qualquer tipo de solo, sem a necessidade de calibrações específicas. Nos testes realizados, o sistema apresentou uma variação de apenas 1,5% nas medições de umidade nos dois extremos de solo encontrados no cultivo de soja e milho.

O sistema apresenta diferenciais em relação às tecnologias existentes no mercado, entre eles está o fato de evitar o deslocamento do agricultor até o local onde a medida será realizada, e também considerar a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente para ligar ou desligar o irrigador. Além disso, apresenta as informações da lavoura em um ambiente web, característica apontada como positiva pelos profissionais da área, pois facilita a visualização dos dados e oferece conforto ao agricultor.

O projeto atendeu todos os critérios propostos, possibilitando o controle da umidade do solo sem a necessidade de implantação de cabos em campo, tanto para comunicação quanto para alimentação. Além disso, os resultados corresponderam ao esperado pela teoria.

Considerando que o sistema de irrigação é acionado somente nos períodos necessários para obter a máxima produção, pôde-se reduzir o impacto ambiental gerado pelas irrigações, responsáveis pela maior demanda hídrica mundial.

REFERÊNCIAS

- [1] World Health Organization. Water. Jul. 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/hqz9DC>>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- [2] BARLOW, M. The Global Water Crisis and the Commodification of the World's Water Supply. 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/jSxOm3>>. Acesso em: 18 mar. 2015.
- [3] ONUBR. Quase metade da população mundial viverá em áreas com grande escassez de água até 2030,

alerta ONU. 15 mar. 2013. Disponível em: < <http://goo.gl/m30kL> >. Acesso em: 20 mar. 2015.

[4] ONUBR. FAO: Se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água. 21 jan. 2015. Disponível em: < <http://goo.gl/o4dW4H> >. Acesso em: 19 mar. 2015.

[5] UN-WATER. Agriculture is the biggest water user, with irrigation accounting for 70% of global water withdrawals. 2014. Disponível em: < <http://goo.gl/S2D8DC> >. Access on mar. 2015.

[6] UNITED NATIONS. Water and food security. 2014. Disponível em: < <http://goo.gl/R8rRA1> >. Access on mar. 2015.

[7] IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal. 2011. Disponível em: < <http://goo.gl/as2i61> >. Acesso em mar. 2015.

[8] TESTEZLAF, R. Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. Relatório de pesquisa.



MONITOR DE REPOSIÇÃO HÍDRICA COPORAL

Natália Hedlund Jardim e Caio Felipe Abe

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha.
Novo Hamburgo - RS, Brasil.

Resumo: O presente trabalho aborda a dificuldade para identificar o momento correto de fazer a hidratação corporal e a quantidade ideal de líquido que deve ser ingerida durante a realização de atividades ou exercícios físicos que envolvam constante aumento da temperatura corporal. O objetivo é colocar em prática dados coletados sobre a relação entre desidratação e temperatura corporal, visando melhorar o desempenho de atletas e evitar riscos à saúde da população que pratica exercícios físicos e de profissionais que realizam serviços em que a hidratação correta é essencial. Portanto, foi desenvolvido um dispositivo portátil, em formato de relógio de pulso, que monitora a temperatura do usuário através de um sensor posicionado na região cutânea e, com base na variação da temperatura durante a atividade física, alerta o momento de fazer a reposição hídrica. Os valores de temperatura coletados pelo sensor são enviados para um programa que analisa os dados e faz os cálculos para determinar o momento da hidratação, alertando o usuário através de um aviso sonoro, e a quantidade de líquido que deve ser ingerida, exibida em um display junto à temperatura.

Palavras-chaves: Hidratação corporal; Exercício físico; Monitor; Atletas; Sensor de temperatura; Temperatura corporal.

Abstract: This study approaches the difficulty in identifying the right moment to make the body's hydration during physical activities or exercises involving steady increase in body temperature. The main goal of this research is to put into practice collected data about the relationship between dehydration and body temperature, in order to improve athletic performance and avoid health risks to the population that practice physical exercises and professionals who perform services in which the correct hydration is essential. Therefore, a portable device in a shape similar to a wristwatch was developed to monitor the user's temperature via a sensor positioned on the skin region and, based on the temperature variation during the physical activity, to alert the right moment to make the fluid replacement. The temperature values collected by the sensor are forwarded to a program that analyzes the data and does the required calculations to determine the hydration moment, warning the user through a beep, and the right amount of fluid that should be ingested, displayed with the temperature.

Keywords: Body hydration; Physical exercise; Monitor; athletes; Temperature sensor; Body temperature.

1 INTRODUÇÃO

A desidratação afeta a saúde de profissionais que lidam com constante aumento da temperatura corporal, seja por trabalharem em um ambiente quente ou realizarem serviços pesados, e prejudica o desempenho de atletas. É também um risco para a população em geral que pratica exercícios buscando melhorar sua estética e aptidão física, mas desconhecem os efeitos que a falta de controle da ingestão de líquidos durante o desgaste físico pode causar. População que, segundo Portal Brasil [1], constitui uma porcentagem de 33,8% no Brasil.

A desidratação é uma grande preocupação para atletas, profissionais ou amadores, porque influencia diretamente em seu desempenho. Segundo Lamb [2], a manutenção do organismo com níveis adequados de água é importante para o sistema cardiovascular, para a termorregulação e para o desempenho físico durante a prática de exercícios. Conforme Marins [3], as condições adversas às quais os atletas são submetidos fazem com que seja necessária a elaboração de estratégias de hidratação, visando retardar os efeitos causados por ela. Um atleta desidratado terá sua capacidade de desempenho afetada, tendo seu tempo total de prática reduzido, além de uma série de comprometimentos orgânicos.

O grau de desidratação é determinado pela massa corporal verificada imediatamente antes e após a atividade física. No entanto, nem sempre nas atividades de longa duração a perda de peso total reflete o verdadeiro grau de desidratação, pois as alterações de massa corporal representam um somatório de perdas hídricas e de fontes não hídricas. Até mesmo o corpo humano pode se mostrar ineficiente para alertar o momento certo de se hidratar em certas situações. Segundo Nadel [4], o mais importante é que atletas não podem depender da sensação de sede para começarem a ingerir líquidos, tanto durante quanto após os exercícios, porque a retenção de água e a diluição do sódio que ocorrem no plasma extinguem o reflexo da sede.

Baseado nisso, a pesquisa teve como objetivo desenvolver um dispositivo portátil, para ser utilizado tanto por profissionais quanto pela população, que pudesse detectar a variação na temperatura corporal que ocorre durante a atividade física através do monitoramento realizado por um sensor posicionado na região cutânea, alertando o usuário, baseado nessa variação de temperatura, o momento correto de realizar a hidratação e a quantidade de líquido a ser ingerida naquele momento. Simulações de atividades físicas foram realizadas, comprovando a capacidade do dispositivo desenvolvido para detectar a varia-

ção e avisar o usuário.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Definição dos parâmetros para a hidratação

A etapa inicial da pesquisa consistiu na definição dos parâmetros que seriam utilizados para detectar o momento correto de realizar a hidratação corporal durante atividades físicas e para mensurar a quantidade de líquido a ser ingerida naquele momento. Desse modo, foram realizadas pesquisas bibliográficas em busca de dados que relacionassem o aumento da temperatura corporal com a desidratação.

Segundo Carvalho e Sampaio de Mara [5], a partir da desidratação que causa entre 1 e 2% de perda no peso corporal, ocorre um aumento na temperatura do organismo em torno de 0,4°C para cada percentual subsequente de desidratação. Ademais, segundo Ribeiro [6], a perda de 0,5kg durante uma atividade física corresponde à perda de aproximadamente 480 - 500ml de líquido corporal.

Através dos dados coletados foi possível construir uma tabela relacionando a faixa de peso dos usuários do dispositivo com a quantidade de líquido a ser ingerida para cada aumento de 0,4°C que ocorrer na temperatura corporal durante atividades físicas.

Tabela 1: Líquido a ser ingerido por faixa de peso

PESO	INGERIR
Até 50kg	500ml
50-60kg	600ml
60-70kg	700ml
70-80kg	800ml
80-90kg	900ml
90-100kg	1l

2.2 Escolha da região do corpo para a mensuração da temperatura

Foi definido que a região em que o sensor de temperatura ficaria posicionado seria a região externa do corpo, em contato com a pele, de modo que o dispositivo proposto não fosse invasivo. Duas regiões foram consideradas as mais apropriadas, devido a sua localização e compatibilidade em relação à temperatura retal: as regiões axilar e auricular. Porém, como o sensor, posicionando na região axilar, poderia atrapalhar os movimentos do usu-

ário, devido aos movimentos de fricção entre braço e região lateral do corpo ao longo do exercício, optou-se pela região do ouvido externo.

De acordo com Magno [7], em experimentos realizados pelo Instituto de Ciências Ecológicas Industriais do Japão, quando ocorreu aumento na temperatura ambiente, as temperaturas do ouvido externo seguiram as modificações da temperatura retal, referência para a temperatura interna do corpo, indicando a sensibilidade da região. Observou-se também pouca divergência entre as mensurações de temperatura durante as sessões de exercícios em que o sensor estava isolado da temperatura ambiente, indicando que a temperatura do ouvido externo pode acompanhar com precisão a temperatura retal durante esforço físico.

2.3 Escolha do sensor de temperatura

O sensor utilizado para monitorar a temperatura foi escolhido com base na sensibilidade e precisão, pois, como o dispositivo lida com temperatura cutânea, a variação ocorre dentro de uma faixa estreita, onde os décimos são de extrema importância. Também foi levada em consideração a resistência do sensor à umidade e às baixas e altas temperaturas ambiente, já que ele é utilizado em situações nas quais há perda de fluido líquido corporal e em variadas temperaturas externas.

O sensor escolhido foi o TMP112, produzido pela Texas Instruments, pelo fato de ser um sensor digital (que não necessita de componentes externos), possuir precisão de até 0.0625°C (correspondendo aos requisitos necessários de 0.4° de precisão para o projeto), ter resistência à umidade (uma faixa de trabalho que varia de -40°C e +125°C) e dimensões que permitem seu posicionamento no ouvido externo.

2.4 Desenvolvimento do programa

Após a definição dos parâmetros e a escolha do sensor e sua localização durante as atividades físicas, foi desenvolvido o programa que utiliza os valores de temperatura coletados pelo sensor para detectar o momento correto de realizar a reposição hídrica e avisar ao usuário a quantidade que deve ser repostada.

Para o desenvolvimento do programa foi utilizada a linguagem de programação C e o ambiente de programação MPLAB IDE, desenvolvido pela empresa Microchip. O programa utiliza dois protocolos de comunicação: para a

comunicação entre o microcontrolador e o sensor é utilizado o protocolo Two-Wire e, para a exibição dos dados em um display LCD, é utilizado o protocolo SPI.

O programa recebe e concatena os dois bytes de temperatura enviados pelo sensor, depois converte de binário para decimal e multiplica este valor por 0,0625, convertendo para o real valor de temperatura. Após a conversão dos valores de temperatura, o programa passa a monitorar as variações entre temperatura inicial e atual e, quando ocorrer o aumento de 0,4°C em relação à temperatura inicial ou o valor de temperatura do aviso interior, emite um aviso sonoro através de um buzzer e um aviso visual através de um display, indicando ao usuário o momento da hidratação e, após, exibe a tabela da quantidade de líquido a ser ingerida em função da faixa de peso.

2.5 Construção do protótipo

Ao longo do período de desenvolvimento do programa, também foi desenvolvido o protótipo do dispositivo. O microcontrolador escolhido foi o PIC16F690, produzido pela empresa Microchip, pois ele possui as funcionalidades necessárias para aplicação no projeto e já havia conhecimentos acerca do seu funcionamento. Como o sensor TMP112 é disponibilizado apenas em formato SMD, foi necessário construir uma placa de adaptação para que este pudesse ser utilizado no dispositivo, conforme figura 1.



Figura 1: Placa adaptadora conectada ao cabo.

Fonte: Os autores

Para que a placa adaptadora pudesse ser posicionada no ouvido externo e também conectada ao dispositivo, posicionado no pulso do usuário, foi conectada a um cabo maleável de fone de ouvido, conforme figura 1. Após o desenvolvimento da placa no software Eagle foi feita a construção do primeiro protótipo, com a alimentação posicionada na parte traseira da placa, conforme figura 2.



Figura 2: Protótipo 1.
Fonte: Os autores

Após o desenvolvimento da primeira versão do protótipo, para que ele se tornasse mais prático para o usuário, foi pensado no acoplamento de uma caixa de proteção na parte traseira, isolando a alimentação. Para isso foi desenvolvido um novo protótipo, com as dimensões adaptadas a caixa, conforme figura 3.



Figura 3: Protótipo 2.
Fonte: Os autores

Após, foi desenvolvido um terceiro protótipo. A disposição e os componentes da placa foram alterados e o tamanho das baterias reduzido. De modo a diminuir o peso do protótipo e aproveitar melhor o espaço do dispositivo, conforme figura 4.



Figura 4: Protótipo 3.
Fonte: Os autores

Antes de ligar o dispositivo, é necessário posicionar o sensor na região a ser monitorada. Durante a inicialização é necessário aguardar 60s para a estabilização da temperatura e, após a contagem regressiva exibida no display, o dispositivo passa a monitorar a temperatura. Quando

o ocorrer o aumento na temperatura são exibidas as telas de hidratação e tabela da quantidade de líquido a ser ingerido.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Calibração do sensor

Com o objetivo de analisar se os valores de temperatura coletados pelo sensor do projeto correspondem aos valores de temperatura reais, foram feitos testes para calibração, nos quais a temperatura medida pelo sensor foi comparada à medida por um termômetro padrão. O termômetro padrão utilizado nos testes foi o MT-455, produzido pela empresa Minipa. O sensor do projeto e o termômetro foram submersos em um Becker, com água na temperatura ambiente em seu interior; com isso entraram em equilíbrio térmico. Um dos beckers restantes foi preenchido com água quente e o último com água fria.



Figura 5: Processo de calibração do sensor.

Fonte: Os autores

Os testes 1 e 2 partiram de uma temperatura de 10°C e foram até 60°C; adicionou-se água quente aos poucos ao recipiente com os dois sensores, elevando-se assim a temperatura gradualmente. As temperaturas coletadas pelos sensores eram registradas a cada 5°C e os dados do TMP112 foram sendo comparados aos do MT-455. No teste 3, partiu-se de uma temperatura de 33°C até 43°C, registrando os valores a cada 1°C, para avaliar o comportamento do sensor dentro da faixa de temperatura correspondente ao corpo humano

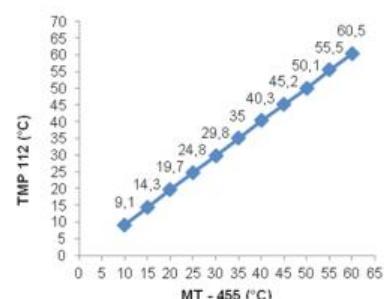
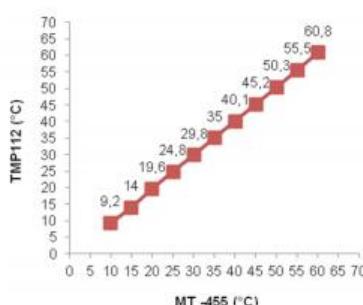
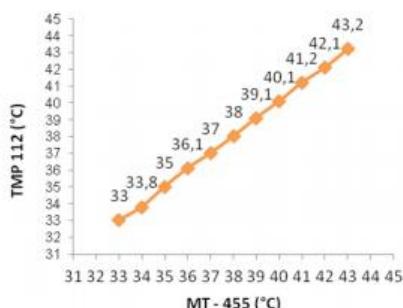


Gráfico 1: Teste 1.**Gráfico 2:** Teste 2.**Gráfico 3:** Teste 3.**Tabela 2:** Dados coletados nos testes 1 e 2

TESTE 1 TMP112 (°C)	MT - 455	TESTE2 TMP112 (°C)
9.1	10	9.2
14.3	15	14.0
19.7	20	19.6
24.8	25	24.8
29.8	30	29.8
35.0	35	35.0
40.2	40	40.1
45.2	45	45.2
50.1	50	50.3
55.5	55	55.5
60.5	60	60.8

Tabela 3: Dados coletados no teste 3

TESTE 3 TMP112 (°C)	MT - 455 (°C)
33	33
33.8	34
35	35
36.1	36

37	37
38	38
39.1	39
40.1	40
41.2	41
42.1	42
43.2	43

3.2 Cálculo da incerteza do tipo A

Com os valores coletados nos testes foi possível calcular a incerteza de medição tipo A do sensor do projeto. Foram utilizados os valores coletados durante os testes 1 e 2 para 35°C e 40°C, pois esta é a faixa de temperatura correspondente à do corpo humano.

Incerteza para 35°C

Teste 1: 35.0°C

Teste 2: 35.0°C

Eq. (1): média aritmética: $x = (40.1+40.2)/2$

Eq. (2): desvio padrão: $s = \sqrt{((35.0-35.0)^2 + (35.0-35.0)^2)/1}$

$s=0$

Eq. (3): incerteza: incerteza=0/ $\sqrt{2}$

incerteza=0

Incerteza para 40.0°C

Teste 1: 40.1°C

Teste 2: 40.2°C

Eq. (1): média aritmética: $x = (35.0+35.0)/2$

Eq. (2): desvio padrão: $s = \sqrt{((40.1-40.15)^2 + (40.2-40.15)^2)/1}$

$s=0.0707$

Eq. (3): incerteza: incerteza=0.0707/ $\sqrt{2}$

incerteza=0.05 °C

3.3 Simulação de atividade física

Com o objetivo de analisar a capacidade do dispositivo em detectar a variação de 0.4°C na temperatura e emitir os avisos sonoro e visual, foi feita uma simulação de atividade física. Nesta simulação, o sensor do projeto foi submerso em um recipiente com água na temperatura ambiente em seu interior, ao qual foi-se aos poucos adicionando água quente, elevando assim a temperatura e

simulando um aumento gradual durante uma atividade física.

Durante a simulação, partiu-se de uma temperatura de 27.6°C até 29.0°C, em que se observou o dispositivo detectando a variação e emitindo os avisos nas temperaturas 28.0°C, 28.4°C e 28.8°C. O teste foi registrado em vídeo para exibições.

3.4 Teste prático

Para avaliar o funcionamento do dispositivo durante uma atividade física real foram feitos dois testes práticos. Em ambos os testes a pesquisadora praticou atividades físicas através de um aparelho elíptico, em uma velocidade de 25km/h.

No primeiro teste, a pesquisadora posicionou o sensor no ouvido externo e o isolou da temperatura ambiente através de um adesivo. Após, iniciou o dispositivo, aguardou 60s e começou o exercício físico. Durante os 5min de exercício, observou-se que a temperatura coletada pelo sensor teve dificuldades para se estabilizar, pois ao longo do teste a temperatura diminuiu em relação à temperatura inicial, demonstrando que o sensor não estava em contato correto com a pele. Em nova tentativa, após 5min de exercício, pode-se observar os mesmos resultados. No segundo teste, a pesquisadora posicionou o sensor no ouvido externo e fez a isolação através dois adesivos, procurando selar ainda mais o sensor na região auricular. Durante os 5min de exercício, observou-se que a temperatura coletada pelo sensor continuou tendo dificuldades para se estabilizar, pois ao longo do teste a temperatura também diminuiu em relação à temperatura inicial, demonstrando que, novamente, o sensor não estava em contato correto com a pele.

Com o objetivo de testar uma nova área para posicionamento, o sensor foi posicionado na região axilar e isolado da temperatura ambiente através de dois adesivos. Durante os 10min de exercício físico, observou-se que a temperatura coletada pelo sensor se estabilizou rapidamente e passou a detectar aumento na temperatura corporal, demonstrando que na região axilar o sensor ficou melhor posicionado. Porém, posicionado na região axilar, o sensor causou desconforto ao longo do exercício, pois atrapalhava o movimento de fricção entre braço e região lateral do corpo, como previsto, descartando-se a hipótese de utilização desta região.

4 CONCLUSÃO

A partir dos testes realizados e dos resultados obtidos durante a calibração do sensor, pode-se concluir que os valores de temperatura coletados pelo sensor do projeto acompanham com linearidade os valores coletados pelo termômetro padrão MT-455. O cálculo da incerteza de medição tipo A, realizado a partir dos dados coletados nos testes 1 e 2, demonstram uma incerteza muito pequena ou nula na faixa de temperatura correspondente ao corpo humano (35°C a 40°C), correspondendo aos padrões necessários para a confiança na mensuração da temperatura pelo sensor.

A simulação de uma atividade física, realizada com o objetivo de avaliar o funcionamento do dispositivo, no qual o sensor foi submerso em um recipiente com água a temperatura ambiente em que foi-se aos poucos adicionando água quente, gerando um aumento de temperatura gradual e assim simulando um exercício físico, comprovou que o protótipo funciona e é capaz de detectar variações de 0.4°C, avisando ao usuário o momento correto de realizar a hidratação através do sinal sonoro e visual e exibindo a quantidade de líquido a ser ingerida.

Os dois testes práticos realizados através do aparelho elíptico apontaram para o fato de que a região auricular ainda é a melhor região para mensuração da temperatura externa do corpo humano, pois acompanha com linearidade a temperatura retal e não atrapalha a movimentação durante o exercício. Porém, é necessário buscar uma nova maneira de fixar o sensor nesta região, de modo que o mesmo não se movimente durante o exercício e possa estabilizar sua temperatura. Para resolução das dificuldades encontradas foram consideradas duas alternativas:

- Tornar o sensor portátil, sem ligação física ao dispositivo, de maneira que os dados coletados pelo sensor sejam enviados para o dispositivo via bluetooth ou outro tipo de comunicação via rádio, evitando que o sensor se movimente por influência de cabos;

- Colocar o sensor dentro de uma cápsula de fone de ouvido que permita um grau de penetração no ouvido externo e que acompanhe o formato auricular, permitindo maior fixação e evitando que o sensor possa vir a se movimentar em razão do cabo que o conecta ao dispositivo.

REFERÊNCIAS

[1] PORTAL BRASIL. Pesquisa revela aumento na prâ-

tica de atividades físicas. Disponível em: <<http://goo.gl/Eh-QzoW>>. Acesso em: 14.07.2016.

[2] LAMB, D. R. Benefícios e Limitações da Pré-hidratação. GSSI. Num 24. Out./nov./dez 1999.

[3] MARINS, J. C. B. Exercício físico e calor – Implicações fisiológicas e procedimentos de hidratação. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde, v.1, 1996.

[4] NADEL, E. Novas Ideias Para a Reidratação Durante e Após os Exercícios no Calor. Disponível em: <<http://goo.gl/57Mm5q>>. Acesso em: 14.07.2016.

[5] CARVALHO, T. e SAMPAIO DE MARA, L. Hidratação e Nutrição no Esporte. Disponível em:

<<http://goo.gl/OVcj4b>>. Aceso em: 14.07.2016.

[6] RIBEIRO, B. Calor, Fadiga e Hidratação. 1. Ed. Portugal: Texto Editores, 2010.

[7] MAGNO, C. Técnicas de Mensuração da Temperatura Corporal. Disponível em: <http://www.ufjf.br/pge-dufisica/files/2010/06/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Carlos-Magno.pdf> . Acesso em: 14.07.2016.

REALIZAÇÃO

