

Sistema embarcado para aquisição de dados agrometeorológicos

Paulo H. Sabo¹, Eduardo H. M. Cruz², João A. Martini², Paulo C. Gonçalves² & Elvio J. Leonardo²

¹Centro de Ciências Exatas – Centro Universitário de Maringá (CESUMAR)
Maringá – PR – Brasil

²Departamento de Informática – Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá – PR – Brasil

{phsabo, eduardohmdacruz, joaomartini, paulocg,
elvio.leonardo}@gmail.com

Abstract. This article presents a computational monitoring system intended to be used in the viticulture. The system's target users are small grape producers, members of a wine producing cooperative in the city of Marialva, Brazil. The system includes meteorological micro-stations that are to be installed in the field and used, with its sensors, to collect relevant agro-meteorological data. In addition, there is a coordinator device responsible for managing the overall system, including the links between devices and the database used to store the data of the weather stations.

Resumo. Este artigo apresenta um sistema computacional de monitoramento aplicado à viticultura. Os usuários alvos do sistema são os pequenos produtores de uva, membros de uma cooperativa vinícola, na cidade de Marialva, Brasil. O sistema inclui microestações meteorológicas, para serem instaladas em campo e usadas, com seus sensores, para coletar dados agrometeorológicos relevantes. Além disso, existe o dispositivo coordenador, responsável pela gestão do sistema em geral, inclusive para manter as ligações entre os dispositivos e o banco de dados utilizado que armazena os dados das estações meteorológicas.

1. Introdução

Atualmente a fruticultura tem representado um potencial econômico de grande importância para os agricultores familiares, pois propicia boa rentabilidade em áreas de terra relativamente pequenas.

A produção de uva no Brasil em 2009 foi de 1.345.719 toneladas, apresentando uma redução de 4,08% em relação ao ano de 2008. Desse total, 50,39% foram destinados à elaboração de vinhos, sucos e outros derivados [Mello 2008] [Mello 2009]. O setor de viticultura tem recebido ultimamente grandes investimentos, principalmente em regiões não tradicionais do país, dada a característica da cultura, geradora de empregos e renda, especialmente para a pequena propriedade. E também outros incentivos como o PEP (Prêmio de Escoamento da Produção do Governo Federal) que no ano de 2009, mesmo sendo menos produtivo que o ano anterior, estimulou a

comercialização de vinho, resultando em um crescimento de 56,63% na comercialização do vinho.

O estado do Paraná apresenta predomínio de pequenas e médias propriedades rurais enquadradas como unidades produtivas familiares. A região noroeste do estado apresenta características de solo e clima com condições favoráveis à fruticultura, tendo potencial para viabilizar economicamente propriedades familiares.

As cidades de Maringá e Marialva estão inseridas na área de abrangência da AMUSEP (Associação dos Municípios do Setentrional Paranaense), o qual congrega 30 municípios e cerca de 700.000 habitantes. Iniciativas do governo do Paraná têm fortalecido o desenvolvimento da agricultura familiar paranaense no contexto do cultivo da uva para produção do vinho, como exemplo pode-se citar a implantação da Escola da Uva e do Vinho. A expectativa é que o Paraná se torne um forte polo de vinícola na região sul fortalecendo mais sua economia [Mazia 1998] [Piani 2001].

Segundo o Jornal O Diário do Norte do Paraná [2007], a prefeitura de Maringá entregou recentemente à comunidade de Iguatemi uma fábrica de polpa de frutas, que terá capacidade para processar aproximadamente 500 quilos de frutas por hora. Para dar início à comercialização de sucos a Secretaria do Meio Ambiente e Agricultura doou 34.600 mudas de maracujá para a Associação dos Produtores Rurais de Iguatemi e outros produtores que serão responsáveis pelo plantio. Além de maracujá, outras frutas como morango, acerola, manga, abacaxi, uva e goiaba também serão processadas pela fábrica. A intenção da Secretaria do Meio Ambiente e Agricultura é transformar a região num polo de fruticultura. Apesar destes fatores positivos, nota-se ainda que, há carência de informações e tecnologias para que seja possível oferecer e aprimorar o suporte à produção e comercialização nessa área. Esse fato gera demanda pelo desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a produção econômica de frutas saudáveis e seguras para a alimentação humana, [Bruckner e Picanço 2001] [Burrell, Brooke e Beckwith 2004] [Wark *et al.* 2007] e que favoreçam o desenvolvimento da agricultura familiar na região.

Para estimular a produção de uva, que diminuiu no ano anterior, e atender a essa crescente demanda por informações e tecnologias na área de fruticultura, foi proposto um sistema, com apoio da Fundação Araucária, que visa desenvolver um sistema computacional integrado de apoio à agricultura familiar focado inicialmente na cultura de uva. Por meio desse sistema pretende-se efetuar a coleta de dados agrometeorológicos em campo e tratar as informações coletadas de maneira a oferecer uma base de dados ao agricultor, que a partir das informações oferecidas pelo sistema possa elaborar o planejamento adequado do manejo e cultivo da cultura da uva, e colher todos os benefícios advindos do uso dessa tecnologia de apoio.

O sistema é composto por quatro frentes de trabalho: a) microestação agrometeorológica de coleta de dados, b) gerenciador da rede, c) coletor de dados manual e d) sistema Web.

Essas quatro frentes são discutidas nas seções subsequentes. O enfoque do presente trabalho se concentra na estação coletora de dados.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 apresenta os fundamentos de monitoramento de dados agrometeorológicos aplicados à viticultura. A

Seção 3 discute conceitos sobre Arduino. Na Seção 4 a proposta e implementação do modelo de estação de monitoramento é apresentada e os resultados são discutidos na Seção 5. A Seção 6 apresenta as conclusões e propõe trabalhos futuros.

2. Monitoramento Vitícola

Esta seção apresenta os parâmetros que são relevantes para o monitoramento do ambiente vitícola, discute também como estes parâmetros podem ser utilizados na escolha da variedade de uva a ser cultivada na região e sua influência sobre o resultado esperado para a colheita da uva e produção do vinho.

Para que o cultivo da uva aconteça de modo favorável e com boa qualidade alguns elementos meteorológicos são muito relevantes para o monitoramento do parreiral. Segundo Tonietto e Mandelli [2003] existem diversos elementos que interferem no desenvolvimento da videira tais como: temperatura, chuva, umidade do solo, radiação solar, vento e umidade do ar.

Como um dos elementos influenciadores no cultivo a temperatura do ar apresenta diferentes efeitos sobre a videira, variáveis em função das diferentes fases do ciclo vegetativo ou de repouso da planta. Durante o inverno a videira se encontra em período de repouso vegetativo. O frio é importante para a quebra de dormência das gemas, no sentido de assegurar uma brotação adequada para a videira. Em anos com inverno menos rigoroso pode ocorrer menor índice de quebra de dormência das gemas da videira, sendo necessária a aplicação de alguns produtos químicos para a quebra. Um fator desfavorável no desenvolvimento desta planta, nesta estação, são as geadas, pois podem causar a destruição dos órgãos herbáceos da mesma. Já no verão, as altas temperaturas podem resultar na obtenção de uvas com maiores teores de açúcares, menor acidez e, nas cultivares tintas, menor intensidade de cor. E por último, no outono a temperatura afeta o comprimento do ciclo vegetativo da videira, o que é importante para a maturação dos ramos e a acumulação de reservas pela planta. A ocorrência de geadas outonais acelera a queda das folhas e o fim do ciclo vegetativo da planta.

Outro dado importante está relacionado com a precipitação pluviométrica durante a primavera, este fator é fundamental para o desenvolvimento da planta, porém, em excesso, pode favorecer o aparecimento de algumas doenças fúngicas da parte aérea, bem como afetar fases importantes da videira, como a floração e a frutificação, causando baixo vingamento de frutos e desavinho. Esse dado associado a uma irrigação sem controle eleva a umidade do solo, levando a diminuição do teor de açúcar da fruta. É válido ressaltar que a alta umidade relativa do ar, assim como a precipitação pluviométrica, também favorece a incidência de doenças fúngicas, dificultando o desenvolvimento da planta.

Um dos fatores que também influencia no desenvolvimento da videira é a luz. Como a videira exige alta luminosidade para que seja considerada de boa qualidade, torna-se importante que o período de maturação aconteça em dias ensolarados, visto que há evolução do teor de açúcar das uvas nestas condições.

Outro elemento que pode dificultar a produtividade da uva é o vento, visto que pode causar danos à vegetação, pois os ramos jovens se quebram com relativa

facilidade, resultando na diminuição da produção do vinhedo e em dificuldades na poda de inverno.

3. Arduino

Para o desenvolvimento de uma micro estação agrometeorológica deve-se procurar uma alternativa de baixo custo ao desenvolvimento convencional de softwares para computadores. Este seção apresenta uma das principais ferramentas para implementação da computação: o Arduino, sua IDE e placa de desenvolvimento.

O projeto Arduino [Arduino 2005] iniciou-se na cidade de Ivrea, Itália, em 2005, objetivando a interação de computação física em projetos escolares, tendo um custo menor que outros sistemas de prototipagem disponíveis naquela época.

Arduino é uma ferramenta capaz de proporcionar a interação entre o mundo físico e o virtual. É um computador baseado numa plataforma simples de hardware livre, projetado com um microcontrolador e uma placa única, com suporte de entrada/saída embutido e um ambiente de desenvolvimento para escrever software para a placa com uma linguagem de programação padrão, C/C++. Segundo Mellis *et al.* [2007], o objetivo do projeto Arduino é criar ferramentas que sejam acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de serem usadas.

A placa Arduino contém um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits com componentes auxiliares para a programação e inclusão de outros circuitos. A disposição dos conectores é padronizada em todas as versões da placa, permitindo expandir a placa com outros módulos (*Shields*). A placa Arduino utiliza a série de chips megaAVR, os mais utilizados são: ATmega8, ATmega168, ATmega328 e ATmega1280.

O microcontrolador pode ser previamente programado com *bootloader*, um programa que simplifica o carregamento de programas para a memória flash. Comparado com outros microcontroladores que necessitam de um programador externo, o *bootloader* envia o código compilado ao microcontrolador.

Quando o software Arduino é utilizado, a placa é programada através de uma conexão serial. Para a conexão serial a placa Arduino contém um circuito para converter entre os sinais RS-232 e TTL. Outros métodos também podem ser utilizados para fazer a programação da placa, algumas placas Arduino podem ser programadas via USB, através de um chip adaptador USB-para-Serial como o FTDI FT232.

A maioria dos pinos de E/S dos microcontroladores é destinada para uso de circuitos externos. A versão *Duemilanove*, disponibiliza 14 pinos digitais, seis dos quais podem produzir sinais PWM (Modulação por Largura de Pulso), além de 6 entradas analógicas. Os pinos estão disponíveis através de conectores na placa.

Arduino é uma plataforma de hardware livre que possui licença da *Creative Commons*¹. Sob a licença *Creative Commons*, todos estão autorizados a fabricar cópias da placa, redesenhar-la, ou mesmo vendê-la copiando seu projeto sem a necessidade do pagamento de licença ou solicitação de permissão à equipe Arduino. Entretanto, se for publicado o projeto de referência, deve-se dar crédito ao grupo Arduino original. Se

¹ <http://creativecommons.org/>

alterar o esquema da placa o novo projeto deve usar a mesma licença *Creative Commons* ou similar, para garantir que as novas versões da placa Arduino serão livres e abertas.

4. Desenvolvimento

Como já explicitado anteriormente, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema computacional integrado de apoio à agricultura familiar focado na viticultura (Figura 1). O sistema consiste no conjunto de microestações agrometeorológicas que fazem a leitura de sensores que monitoram a plantação. Estas microestações agrometeorológicas são dotadas de dispositivos de comunicação sem fio e juntas formam uma rede, que continua funcionando e se adapta a situações de maneira dinâmica, como, por exemplo, caso uma microestação seja excluída ou inserida na rede.

Os dados coletados são previamente armazenados em um cartão SD contido na microestação e em tempos periódicos pré-determinados são enviados a outro dispositivo denominado gerenciador da rede (Figura 1). O gerenciador da rede, também dotado do mesmo dispositivo de comunicação sem fio, é responsável por fazer a gerência da rede, receber os dados agrometeorológicos de todas as microestações de sua rede e através de acesso à Internet, é responsável pela transferência das informações para o banco de dados do sistema, onde estarão armazenados os dados de todas as redes de microestações.

Quando as microestações estão fora do alcance do gerenciador da rede o coletor de dados manual faz o papel de coletar os dados das microestações e enviá-los ao sistema Web.

Através de um sistema Web integrado ao banco de dados, os produtores poderão consultar, por meio de tabelas e gráficos, os dados agrometeorológicos de suas propriedades como também compará-los com os dados de outras propriedades da região.

O sistema de monitoramento deve funcionar de maneira semiautônoma, ou seja, ter pouca ou nenhuma interferência humana durante a coleta dos dados meteorológicos, ter baixo custo de produção, e pouca manutenção, viabilizando ao pequeno produtor que não tem conhecimento na área de tecnologia de informação e comunicação, um sistema barato e fácil de utilizar que possa agregar valor ao produto final.

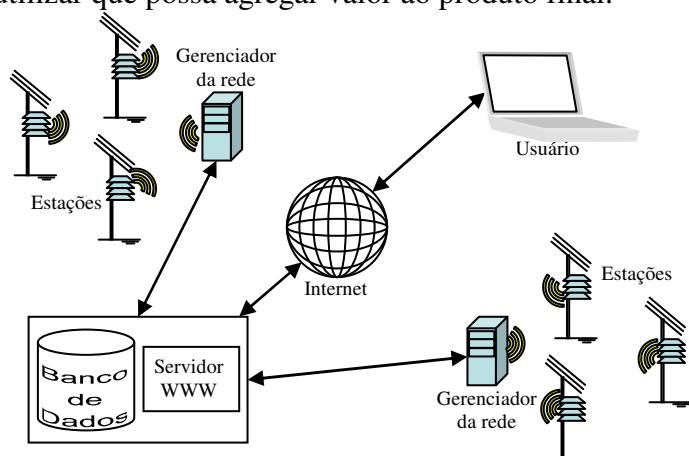


Figura 1. Visão geral do sistema com gerenciador da rede

O sistema visa oferecer uma base de dados com informações agrometeorológicas aos agricultores e, que a partir das informações oferecidas os agricultores possam elaborar o planejamento adequado do manejo e cultivo da cultura da uva, e colher todos os benefícios advindos do uso dessa tecnologia de apoio.

As subseções seguintes discutem detalhes do sistema, desenvolvimento e uso da microestação agrometeorológica, do gerenciador da rede e do sistema Web.

4.1. Microestação agrometeorológica

A microestação é construída sob a plataforma Arduino [Arduino 2005], um conjunto de hardware e software open source composto por um ambiente de desenvolvimento e uma placa microcontrolada. Nela estão conectados: relógio, dispositivo de armazenamento, dispositivo de comunicação sem fio e os sensores, que fazem o monitoramento do microclima (Figura 2).

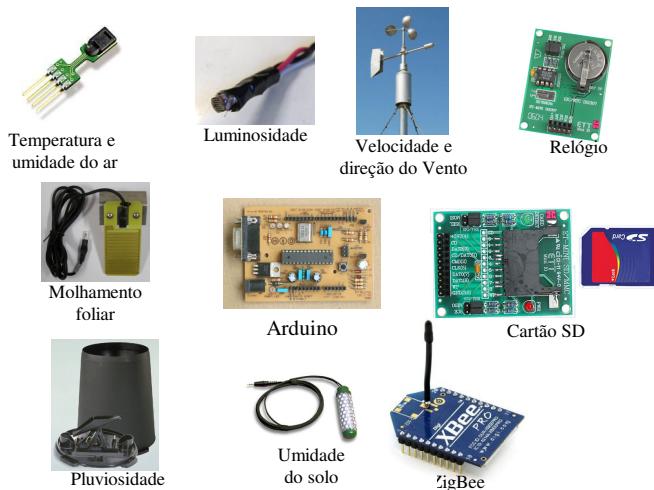


Figura 2. Componentes da microestação

Os sensores coletam informações sobre temperatura e umidade do ar, umidade do solo, velocidade e direção do vento, pluviometria e luminosidade, os quais, de acordo com Tonietto e Mandelli [2003], são elementos meteorológicos importantes a serem monitorados e também suficientes para a classificação da uva.

Além desses sensores foi incluído o sensor de molhamento foliar. Este foi adicionado ao sistema por decisão tomada em reuniões com os cooperados, em que foram adquiridas informações relevantes para a sua inclusão, a ser utilizado para a prevenção de doenças fúngicas como o mildio.

O código do sistema embarcado da microestação é escrito em linguagem C, compilado e enviado para a placa através da Arduino IDE. No sistema da microestação existe a possibilidade da configuração da data, hora e frequência de leitura/hora dos sensores. No instante especificado em sua configuração a microestação faz a leitura de todos os sensores e armazena estas informações no cartão de memória contido na placa. As informações dos sensores são acumuladas até que o gerenciador estabeleça uma conexão com a estação e solicite a transferência dos dados. Feita a solicitação a estação transfere os dados e os elimina do cartão de memória.

A integração entre a placa Arduino e os componentes como relógio, dispositivo de armazenamento, dispositivo de comunicação sem fio e sensores, é feita através do *Shield*. *Shields* são placas que podem ser conectadas em cima da placa Arduino, estendendo as suas capacidades [Arduino 2005]. O *shield* desenvolvido é o que torna a placa Arduino uma microestação agrometeorológica, mantendo a microestação independente da versão da placa.

No *shield* estão contidos os conectores para os sensores de temperatura e umidade do ar, umidade do solo, luminosidade, molhamento foliar e pluviômetro, para o dispositivo de comunicação sem fio e para o RTC (*Real Time Clock* – Relógio de Tempo Real).

A placa também dá suporte a cartão SD para o armazenamento dos dados coletados. Como o cartão SD opera em 3,3V e os pinos de I/O da placa Arduino operam em 5V é preciso corrigir a tensão para o cartão SD, para isso são utilizados 3 pares de resistores que funcionam como divisores de tensão. Algumas versões da placa Arduino não fornecem alimentação de 3,3V, para suprir esta falta também está presente um regulador de tensão que fornece esta tensão específica.

Uma item relevante na estrutura da microestação é a alimentação. Pelo fato dos parreirais, em sua maioria, estarem localizados em áreas remotas desprovidas de energia elétrica e a inviabilidade de passagem de fios elétricos até a plantação devido à distância das mesmas, que implica em maiores custos para o sistema, a alimentação deve ser autônoma, a própria microestação deve gerar a energia para seu consumo.

Como solução para esse problema a alimentação é feita com um sistema de células solares que gera energia durante o dia e armazena a energia excedente em uma bateria recarregável que supre a falta de energia à noite.

4.2. Gerenciador da rede

O gerenciador da rede é um software escrito em Linguagem Java, executando em um PC com comunicação compatível com a da microestação e conectado à Internet. Ele é responsável por fazer a configuração das microestações, coletar os dados das microestações, tratá-los e transferi-los para o banco de dados do sistema Web.

A conexão é feita pelo gerenciador da rede que determina com qual estação deseja se comunicar e então estabelece uma conexão. Esse tipo de conexão fica transparente à microestação, para ela é uma conexão direta, ponto a ponto, entre a microestação e o gerenciador, independente da topologia das microestações, as rotas escolhidas, e possíveis microestações que por ventura atuem como repetidores para a conexão. Estabelecida a conexão, o gerenciador da rede faz o download dos dados (ou também outras configurações disponíveis), faz o tratamento necessário nos dados obtidos e os envia para o banco de dados.

4.3. Sistema Web

O sistema Web é a principal interface entre todo o sistema de monitoramento e o usuário. Sua função fundamental é expor ao usuário do sistema, o agricultor, informações agrometeorológicas de sua plantação.

Um sistema complexo em níveis de acesso e usabilidade faz com que o usuário repudie o sistema, principalmente aqueles com pouco conhecimento de informática. O objetivo desta parte do sistema proposto é o desenvolvimento de um sistema com facilidade de uso e acesso, que seja aceito pelos agricultores e os ajude fornecendo subsídios para a melhoria do sistema produtivo.

Outro objetivo do sistema é o baixo custo do mesmo, possibilitando o seu uso por pequenos produtores. Para o cumprimento desta meta um pré-requisito é utilizar software livre tanto para o desenvolvimento do sistema Web quanto para seu uso, portanto soluções que necessitem da compra de licenças devem ser evitadas.

O sistema Web fornece tabelas e gráficos referentes a informações retiradas dos sensores de uma microestação específica, em intervalos de tempo pré-selecionados. Gráficos relevantes podem ser salvos para uso futuro.

Foram implementadas no sistema Web, em linguagem PHP, funcionalidades como: gerenciar microestações determinando seu nome, local e quais sensores estão presentes; adicionar coletas manualmente para uso do coletor de dados manual; e consultar informações climáticas das microestações. Estas consultas ao banco de dados do sistema são apresentadas ao usuário na forma de gráficos e tabelas para cada microestação.

O banco de dados utilizado para guardar a informação das microestações, foi o MYSQL, pela sua popularidade, fácil integração com a linguagem PHP para o desenvolvimento do sistema Web e por ser um software livre com base na licença GPL. Além de tabelas como cadastro de usuários, estações e sensores, existe uma tabela principal que armazena os dados dos sensores. Esta tabela é organizada através dos campos: identificação da coleta, identificação da estação, valor do sensor, tipo do sensor e hora da coleta.

5. Resultados

Como já discutido neste trabalho, o sistema proposto tem como objetivo desenvolver um modelo de sistema computacional integrado de apoio à agricultura familiar, focado na viticultura, para estimular a cultivo de uva e atender a demanda por informações e tecnologias na área de fruticultura. O modelo usa microestações para a coleta de dados agrometeorológicos em campo e disponibiliza os dados em um banco de dados que oferece uma base de informações ao agricultor, que a partir destes conhecimentos oferecidos pelo sistema pode elaborar o planejamento adequado do manejo e cultivo da cultura da uva.

Para confirmar a eficácia do modelo proposto, ele foi implementado e está operacional. Atualmente o primeiro protótipo da microestação está operacional, um *shield* (Figura 3) foi desenvolvido para a placa Arduino na qual são conectados os componentes como relógio, cartão SD, sensores e *XBee*².

XBee é um módulo de comunicação sem fio baseado em ZigBee, que é uma nova tecnologia voltada para aplicações nas mais variadas áreas. Destinado a baixas taxas de

² <http://www.digi.com/products/wireless/zigbee-mesh/>

transmissão de dados e longas distâncias, consome pouca energia e é utilizada nos campos industrial, científico e médico. A tecnologia, padronizada pelo IEEE 802.15.4, tem se mostrado promissora para rede de sensores, monitoramento e controle [Ergen 2004]. O módulo *XBee* também age como repetidor, estendendo a distância entre o gerenciador e a microestação.

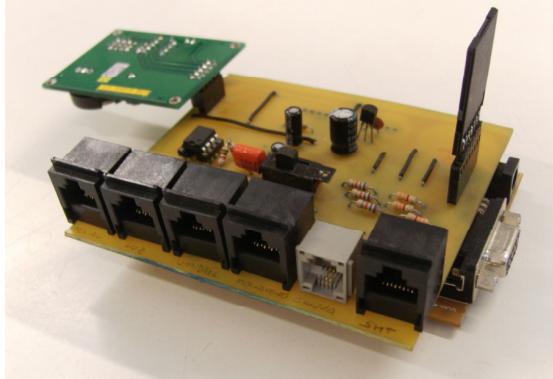


Figura 3. *Shield* conectado à placa Arduino - Protótipo da microestação

O software gerenciador da rede foi implementado e também está operacional. Para seu funcionamento e integração com as microestações agrometeorológicas é necessário um módulo *XBee* conectado à interface serial do computador.

No sistema Web que esta disponível pela URL <HTTP://www.din.uem.br/sav> é possível consultar os dados por meio de tabelas e gráficos (Figura 4), salvar gráficos relevantes, renomear microestações e calibrar sensores.

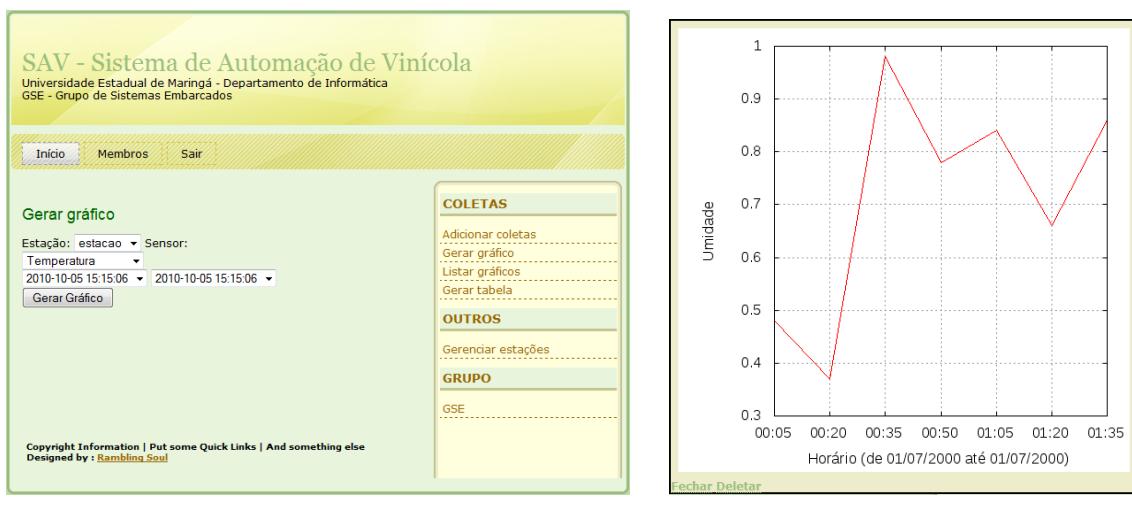


Figura 4. (a) Tela de geração de gráficos do sistema Web; (b) Exemplo de gráfico de umidade do ar

A verificação e calibração dos sensores foram feitas instalando a microestação na cidade de Maringá e comparando os valores medidos com os valores registrados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para os sensores de temperatura (Figura 5), umidade relativa do ar (Figura 6), ponto de orvalho (Figura 7), pluviosidade (Figura 8) e luminosidade (Figura 9). Segundo dados climáticos do INMET o nascer do sol foi

às 8:45 horas e o pôr do sol às 22:15 horas utilizando como referência a hora no meridiano zero (*Coordinated Universal Time* ou UTC).

6. Conclusões

Uma síntese das principais contribuições deste trabalho é discutida a seguir:

- No aspecto científico: O sistema poderá fornecer informações precisas sobre as condições favoráveis ao ataque de pragas e doenças, viabilizando o desenvolvimento de técnicas mais apuradas de combate a agentes nocivos à uva e a outras culturas. Além disso, o sistema de coleta viabilizará a implementação futura de redes de coletores de dados em campo para diversas culturas, bastando apenas efetuar as adaptações necessárias no software e nos sensores para atender as necessidades de cada cultura a ser investigada.

- No aspecto socioeconômico: O desenvolvimento do sistema abre uma variedade de perspectivas de cooperação com a agroindústria no contexto de automação de processos produtivos com apoio de sistemas embarcados. Com a viabilização do controle eficiente de produção da fruta será possível elevar a qualidade e a produtividade das propriedades, o que contribuirá para uma melhor classificação do produto e futuramente a implementação da rastreabilidade e certificação da produção. Como consequência das contribuições advindas da redução de custos de produção em função do melhor planejamento de produção, da melhoria de renda, e da geração de postos de trabalho espera-se uma melhoria na qualidade de vida dos agricultores.

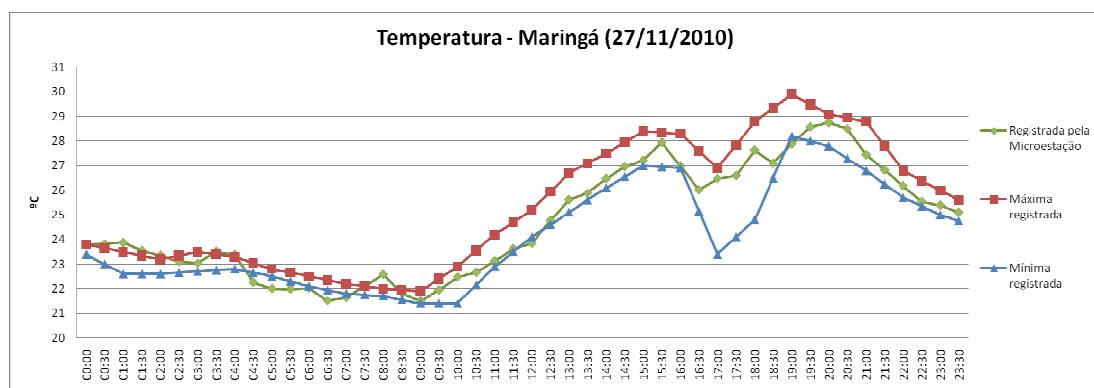


Figura 5. Gráfico de comparação entre valores de temperatura do ar medida pela microestação e registrada pelo INMET

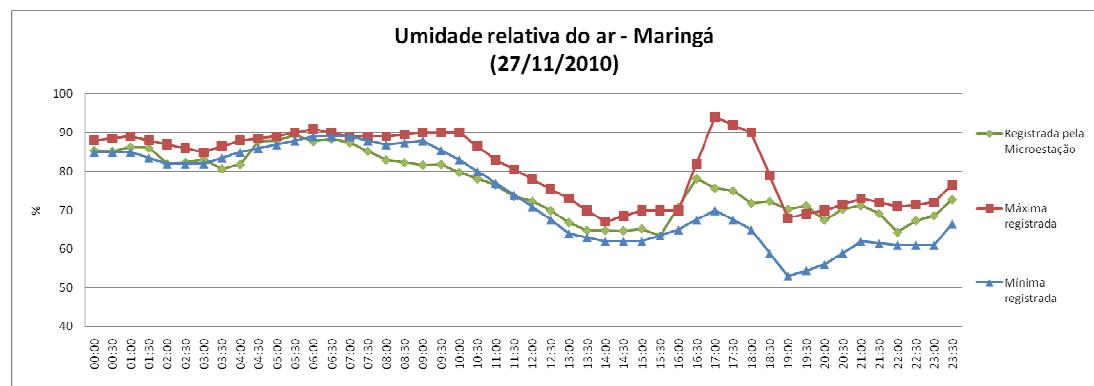


Figura 6. Gráfico de comparação entre valores de umidade relativa do ar medida pela microestação e registrada pelo INMET

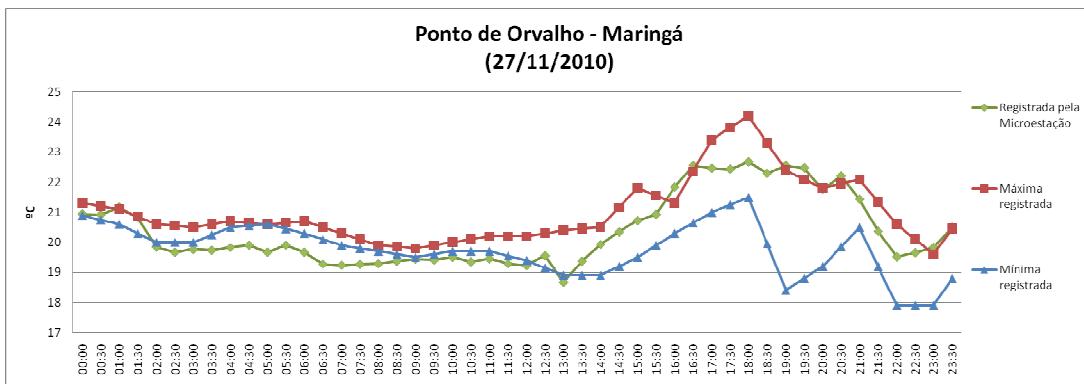


Figura 7. Gráfico de comparação entre valores de temperaturas de ponto de orvalho medidos pela microestação e valores registrados pelo INMET

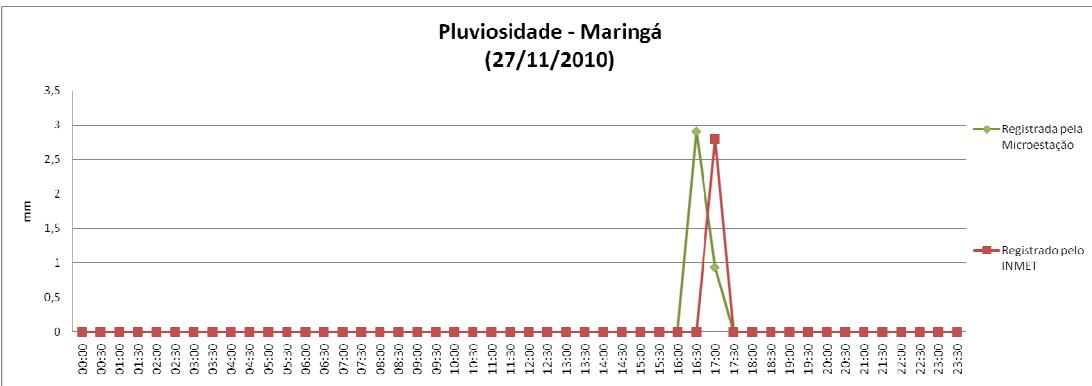


Figura 8. Gráfico de comparação entre valores de milímetros de chuva medidos pela microestação e valores registrados pelo INMET

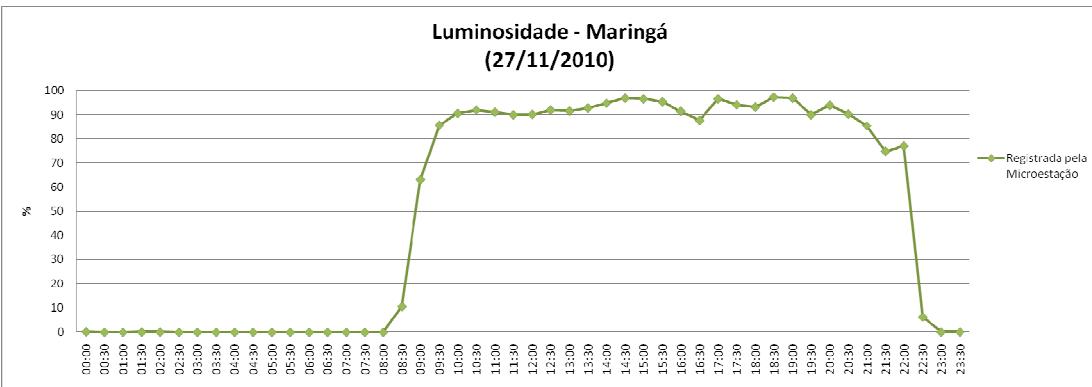


Figura 9. Gráfico de luminosidade registrado pela microestação

- No aspecto ambiental: Os resultados do sistema certamente poderão fornecer contribuições significativas em termos de planejamento estratégico de produção das culturas propiciando redução do uso de defensivos agrícolas, água e minerais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná e ao CNPq pelo apoio financeiro ao trabalho.

Referências

- Arduino. (2005), Arduino. Disponível em: <<http://arduino.cc/>>. Acesso em: 06 de junho de 2010.
- Bruckner, C. H.; Picanço, M. C. (2001), *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes. 472p.
- Burrell, J.; Brooke, T.; Beckwith, R. (2004), Vineyard Computing: Sensor Networks in Agricultural Production. *IEEE PERVASIVE computing*. v. 3, n. 1, p. 38-45.
- Ergen, S. C. (2004), IEEE 802.15.4 Summary. Relatório Técnico. Advanced Technology Lab of National Semiconductor. Disponível em: <<http://www.sinemergen.com/zigbee.pdf>>. Acesso em: 06 de junho de 2010.
- Mazia, J. O. (1998), Diagnóstico da fruticultura no município de Marialva-PR. EMATER: Marialva. 28p.
- Mellis, D.; Banzi, M.; Cuartielles, D.; Igoe, T. (2007), Arduino: An open electronics prototyping platform. In: CHI 2007 CONFERENCE. alt.chi. 2007. San Jose (CA - EUA).
- Mello, L. M. R. (2008), Vitivinicultura brasileira: Panorama 2008. Bento Gonçalves – Embrapa Uva e Vinho. Relatório Técnico. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/vitbras2008.pdf>>. Acesso em: 21 de julho de 2010.
- Mello, L. M. R. (2009), Vitivinicultura brasileira: Panorama 2009. Bento Gonçalves – Embrapa Uva e Vinho. Relatório Técnico. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2009vf.pdf>>. Acesso em: 21 de julho de 2010.
- Piani, A. (2001), Noroeste do Paraná em redes: referências para a agricultura familiar. Londrina: IAPAR/EMATER. 48p.
- Produtores de Iguatemi inauguram fábrica de polpa de frutas. (2007), **O Diário do Norte do Paraná**, Maringá, 12 nov. 2007. Seção de Economia (Agroindústria).
- Tonietto, J.; Mandelli, F. (2003), Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado. Sistema de Produção 2. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/clima.htm>>. Acesso em: 21 de julho de 2010.
- Wark, T. et al. (2007), Transforming Agriculture through Pervasive Wireless Sensor Networks. *IEEE PERVASIVE computing*. Vol. 6, N. 2, pp. 50-57.