

UMITEMP: MONITORAMENTO DO MICROCLIMA EM TEMPO REAL EM CÂMARA FRIA DE UVAS DE MESA

MURILO SANTOS FREIRE¹, SILVIA H. NOGUEIRA TURCO², ALISSON PEREIRA
DOS SANTOS³, DANIEL DOS SANTOS COSTA⁴, ROGRIGO PEREIRA RAMOS⁵

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, eng.murilofreire@gmail.com

² Engenheira Agrícola, Professor Associado, UNIVASF/Juazeiro-BA, silvia.turco@univasf.edu.br

³ Graduando em Engenharia da Computação, UNIVASF/Juazeiro-BA, lisonpsantos2@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, UNIVASF/Juazeiro-BA, daniel.costa@univasf.edu.br

⁵ Engenheiro Elétrico, Professor Assistente, UNIVASF/Juazeiro-BA, rodrigo.ramos@univasf.edu.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo monitorar e avaliar as condições micrometeorológicas do armazenamento a frio de uvas de mesa no Submédio do Vale do São Francisco. Foi utilizado o sistema de monitoramento em tempo real, UmiTemp, desenvolvido para coletar e apresentar os dados de Tar e UR via web. Esse sistema consistiu em uma rede de sensores sem fio, especialmente distribuídos numa câmara fria, coletando dados a cada um minuto. Foi verificado que a Tar média no interior da câmara fria variou entre 0,2 e 0,9 °C. A Tar média no corredor apresentou valores entre 10,8 e 13,8 °C. A câmara fria manteve-se acima da Tar recomendada (0 °C) e abaixo da UR mínima recomendada (90%). Houve diferença entre as propriedades do ar nos dois ambientes, durante o experimento, reforçando a necessidade do controle da Tar no corredor da câmara fria.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão, cadeia de frios, eletrônica embarcada.

UMITEMP: MONITORING MICROCLIMATE OF COLD CHAMBER FOR TABLE GRAPES IN REAL-TIME

ABSTRACT: The present work had as objective to monitor and evaluate the micrometeorological conditions of the cold storage of table grapes in the Submedia of São Francisco Valley. The real-time monitoring system, UmiTemp, was developed to collect and present Tar and UR data via the web. This system consisted of a network of wireless sensors, spatially distributed in a cold chamber, collecting data every minute. It was verified that the Tar average inside the cold chamber varied between 0.2 and 0.9 °C. The Tar average in the corridor presented values between 10.8 and 13.8 °C. The cold chamber remained above the recommended Tar (0 °C) and below the minimum recommended UR (90%). There was a difference between the air properties in the two environments, during the experiment, reinforcing the need to control the Tar in the corridor of the cold room.

KEYWORDS: Cold chain, embedded electronics, precision agriculture.

INTRODUÇÃO: O Submédio do Vale do São Francisco tem uma destacada participação na vitivinicultura, com produção de 306.700 toneladas, avaliada em R\$ 652 milhões (IBGE, 2016). Além disso, as cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA correspondem a 70,8 e 28,3 % das exportações brasileiras de uvas finas de mesa (MDIC, 2017). No caso das frutas, o mais importante é preservar a qualidade, o conteúdo nutricional e o aspecto do produto durante o período do armazenamento (WERNECKE & WERNECKE, 2014). Cada ponto dessa cadeia é fundamental para a qualidade final do produto, e falhas na temperatura do ar podem levar a perdas ou preocupações quanto a segurança dos alimentos (MERCIER et al. 2017). As condições consideradas ideais para o armazenamento em câmaras frias são temperatura do ar (Tar) entre -1 e 0 °C e umidade relativa do ar (UR) entre 90 e 95%, visto que a baixa Tar e a alta UR limitam a perda de água das bagas (GROSS et al., 2016). A falha nesse controle, reduzem o tempo de prateleira e pode ser identificada somente em estágios avançados da cadeia de produção, o que reforça a necessidade do monitoramento remoto (BADIA-MELIS, et al. 2015). Portanto, o gerenciamento preciso da cadeia de frios depende de sistemas de coleta de dados em tempo real para evitar falhas durante o armazenamento, transporte e comercialização, de forma a atender as exigências do mercado quanto ao controle de qualidade do produto. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi monitorar em tempo real as variáveis Tar e UR numa câmara fria, durante o armazenamento a frio de uvas de mesa, com o auxílio do sistema UmiTemp.

MATERIAL E MÉTODOS: A câmara fria foi monitorada com o auxílio do sistema online, UmiTemp, desenvolvido no laboratório de Energia na Agricultura da UNIVASF/Campus Juazeiro-BA. Esse sistema é integrado pelo conjunto de hardware e software, responsáveis desde a aquisição das variáveis físicas Tar e UR, até sua apresentação em interface web. A aquisição dessas variáveis físicas foi realizada com frequência de um minuto, através de uma rede de sensores sem fio (RSSF). Em função da grande quantidade de dados, eles foram tratados e analisados com o auxílio das bibliotecas estatísticas Pandas (versão 0.22.0) e Scipy (versão 1.13.0), ambas baseadas na linguagem de programação Python. Para avaliar as propriedades psicrométricas do ar, dentro e fora da câmara fria monitorada, foram utilizados os parâmetros estabelecidos pela ASAE (1998). A umidade absoluta do ar foi calculada a partir da Equação 1 a seguir, de maneira a gerar as curvas psicrométricas, e computar os dados obtidos durante o experimento. Devido ao número pequeno de sensores, foi utilizado um método determinístico de interpolação espacial, IDW (*Inverse Distance Weighted*). Além disso, para a visualização de dados, é importante uma metodologia que destaque as variações dos parâmetros estudados. Portanto, com o auxílio do software SAGA (versão 2.3.2), foi realizado a análise espacial da Tar e da UR, no interior da câmara fria. Além disso, para verificar a diferença das condições microclimáticas entre o corredor e a câmara fria, foi calculada a diferença normalizada, adaptada de BADIA-MELIS et al. (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Foi verificado que a Tar média no interior da câmara fria variou entre 0,2 e 0,9 °C e entre 10,8 e 13,8 °C no corredor. A Tar da câmara fria (Figura 1A) apresentou variabilidade espacial, sendo que as regiões próximas à entrada e ao fundo da câmara fria, apresentaram os maiores valores, devido a troca de calor ar entre a câmara fria e o corredor. O lado esquerdo da câmara fria apresentou menores valores de Tar, em virtude do posicionamento dos equipamentos de refrigeração nessa região e a diferença entre os ambientes foi inferior a 0,6 °C. O mapa da variância entre os ambientes (Figura 1B), indica

que a câmara fria apresentou menor variação que o corredor. No entanto, o controle da Tar no corredor pode explicar os valores entre 0,22 e 0,40 da relação da variância entre os dois ambientes. Analisando uma câmara fria para frutas e hortaliças, BADIA-MELIS et al. (2015) encontrou valores menores, entre 0,005 e 0,03, uma vez que o corredor não tinha a Tar controlada. Com relação a diferença normalizada da Tar, pode-se inferir que a Tar no interior da câmara fria manteve-se acima da Tar desejada de 0 °C para o armazenamento de uvas de mesa.

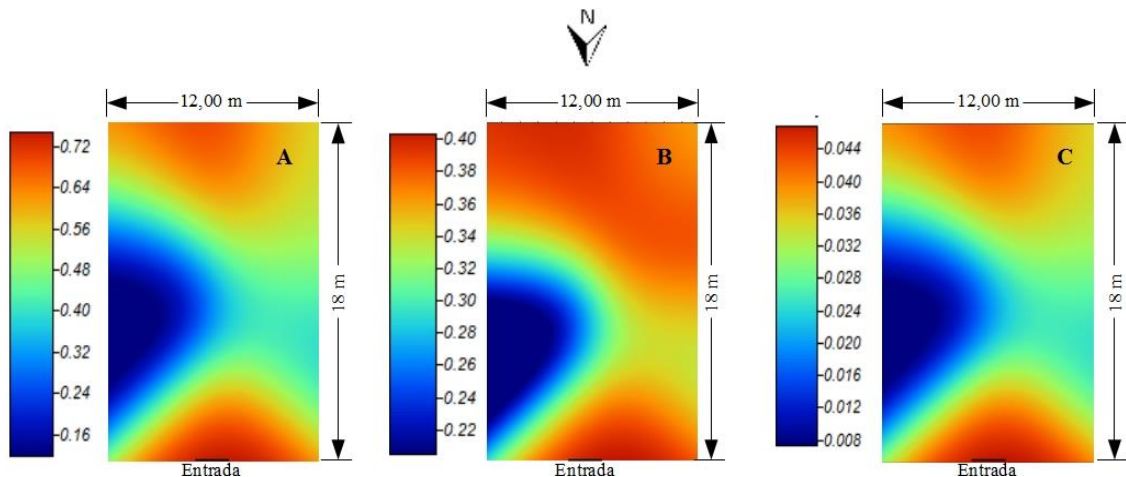


Figura 1. Mapas interpolados da Tar (A), da variância da Tar da câmara fria em relação a Tar do corredor (B) e da diferença normalizada da Tar (C).

De acordo com os dados apresentados na Figura 2, foi verificado que há variação da UR durante o armazenamento de uvas. Todavia, a média dessa variável ficou entre 83,2 e 89,3%, abaixo da faixa entre 90 e 95%, valor considerado ideal para o armazenamento de uvas de mesa (GROSS et al., 2016). Além disso, houve diferença entre as propriedades do ar dos dois ambientes durante o experimento, indicando que não há perdas energéticas da câmara fria para o corredor. Durante os dias úteis do experimento o corredor sofreu influência do ar externo à instalação e no domingo (10/12/2017) não foi notado elevação da Tar no corredor.

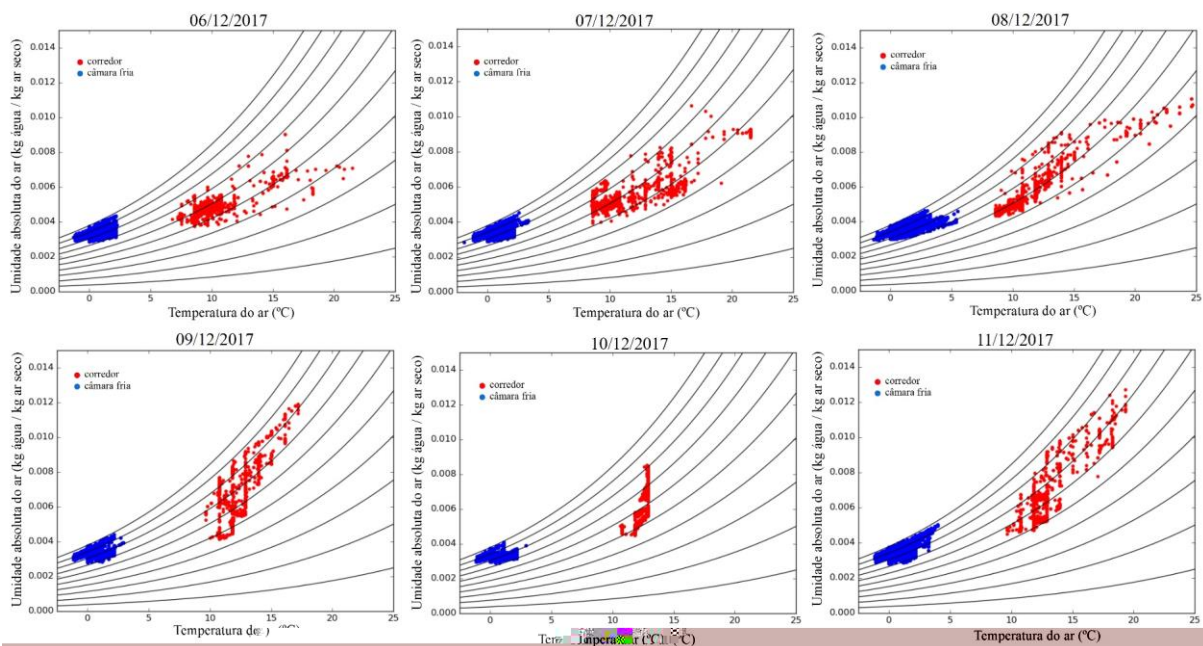


Figura 2. Gráfico psicrométrico das propriedades do ar dentro da câmara fria e no corredor.

CONCLUSÕES: A UR apresentou variação na câmara fria, com média entre 83,2 e 89,3%, abaixo da faixa recomendada (90%) para o armazenamento de uvas sem sementes. A Tar média do ar no interior da câmara variou entre 0,2 °C e 0,9 °C, acima da faixa recomendada (0 °C) para o armazenamento de uvas sem sementes. A Tar na câmara fria apresentou variabilidade espacial inferior a 0,6 °C. A câmara fria analisada não apresentou perdas energéticas para o corredor, porém este troca calor com o ambiente externo, reforçando a necessidade de controlar a temperatura no corredor durante o armazenamento.

AGRADECIMENTOS: Agradecimento a UNIVASF pelo apoio no projeto e a FAPESB pela bolsa concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS:

- ASAE (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS). **Psychrometric Data**. ASAE Standards D271.2 DEC94, 1998.
- Badia-Melis R., Ruiz-Garcia L., Garcia-Hierro J., Villalba R.J.I. Refrigerated fruit storage monitoring combining two different wireless sensing technologies: RFID and WSN. **Sensors**, v. 15, n. 3, p. 4781–4795, 2015.
- GROSS, K. C.; WANG, C. Y.; SALTVEIT, M. (ed.). **The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks**. Washington, DC: Agriculture Handbook 66, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 2016.
- IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/A/24/S/PA/C/Q>>. Acesso em: 23 nov. 2017.
- MDIC. **Comex Vis: Principais Produtos Exportados**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppe?ppe=1325>>. Acesso em: 23 nov. 2017.
- MERCIER, S.; VILLENEUVE, S.; MONDOR, M.; UYSAL, I. Time – Temperature Management Along the Food Cold Chain : A Review of Recent Developments. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, p. 647–667, 2017.
- WERNECKE, R.; WERNECKE, J. **Industrial Moisture and Humidity Measurement: A Practical Guide**. 1. ed. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2014.