

Agricultura Urbana Mediada por Computador: uma revisão bibliográfica do tipo narrativa com foco nos aspectos computacionais das soluções pesquisadas

Waldinei Bispo de Lima¹, Osvaldo Luiz de Oliveira¹

¹ Centro Universitário Campo Limpo Paulista (UNIFACCAMP)
Rua Guatemala, 167, Jardim América – 13.230-231 – Campo Limpo Paulista – SP –
Brasil

waldineibispo@gmail.com, osvaldo@faccamp.br

***Abstract.** This article describes a bibliographical narrative review on computer-mediated urban agriculture (CMUA), focusing on the computational aspects of the researched solutions. This study classifies and describes works on CMUA, having as criterion the intensity of the computational participation in the urban agricultural systems. Finally, a critical analysis of existing solutions is performed with the objective of identifying a gap in existing solutions.*

***Resumo.** Este artigo descreve uma revisão bibliográfica, do tipo narrativa, sobre agricultura urbana mediada por computador (AUMC), tendo como foco os aspectos computacionais das soluções pesquisadas. Este estudo classifica e descreve trabalhos sobre AUMC tendo como critério a intensidade da participação computacional no funcionamento dos sistemas agrícolas urbanos. Por fim, uma análise crítica das soluções existentes é realizada com o objetivo de identificar uma lacuna nas soluções existentes.*

1. Introdução

Agricultura urbana refere-se ao cultivo de plantas dentro de espaços urbanos, manifestando-se segundo uma variedade de formas tais como a jardinagem residencial, o plantio de verduras em quintais, varandas ou terraços e a produção, com propósitos comerciais, de alimentos em estufas. Do ponto de vista tecnológico a agricultura urbana se manifesta via uma grande amplitude de soluções que variam desde simples fileiras de plantios em campos abertos até instalações fechadas altamente sofisticadas para controle dos processos de produção, configurando infraestruturas conhecidas como fazendas verticais ou fábrica de plantas (Shamshiri, *et. al*, 2018). Esta forma de agricultura pode contribuir positivamente para a saúde e segurança alimentar, para o lazer das pessoas envolvidas e, até mesmo, para diminuir o custo de alimentos pela redução do transporte entre o campo e as cidades (Lyle, Choi & Foth, 2015).

Este trabalho relata uma revisão bibliográfica, do tipo narrativa, sobre a participação computacional nos sistemas de agricultura urbana. A Seção 2 descreve a metodologia empregada na revisão bibliográfica. Os trabalhos encontrados na literatura foram classificados em duas classes segundo a intensidade de automação computacional presente nos sistemas de agricultura urbana. As Seções 3 e 4 discorrem sobre estas duas

classes de soluções. Por fim, a Seção 5 discute as soluções existentes e identifica uma lacuna nos trabalhos relatados na literatura.

2. Metodologia Empregada na Revisão Bibliográfica

Revisão bibliográfica é o processo de selecionar, analisar e descrever um corpo de conhecimento em busca de resposta a uma pergunta específica. Este trabalho utiliza o método de revisão narrativa (Onwuegbuzie & Frels, 2016) em busca de respostas para a seguinte questão:

Que subsistemas os computadores monitoram ou controlam nos sistemas de agricultura urbana?

Revisões narrativas intencionam a verificação de padrões, tendências, lacunas ou inconsistências no corpo de conhecimento expresso na literatura e é por isto que este método de revisão foi escolhido para a questão de pesquisa deste trabalho. Conforme argumentam Cook, Mulrow & Haynes (1997) revisões narrativas diferenciam-se das revisões sistemáticas (Kitchenham, 2004) por que envolvem questões amplas (não específicas), objetivam resultados frequentemente qualitativos sem a exaustão das fontes e a seleção baseada em critérios uniformes.

Os procedimentos de busca, seleção e leitura utilizados neste trabalho envolveram duas fases executadas simultaneamente:

- *Busca por artigos nas bases ACM Digital Library, IEEE Computer Society Digital Library, Google Scholar, Science Direct e Springer a partir de acessos ao Portal de Periódicos da CAPES¹.* Estas buscas foram realizadas inicialmente por palavras chave (em inglês e português) para a questão de pesquisa (jardinagem, agricultura urbana, Internet das Coisas, Raspberry Pi, Arduino). Posteriormente, as buscas foram realizadas por meio de referências a artigos já selecionados e por novas palavras chave, adquiridas pela aprendizagem da leitura deles (fábrica de plantas, fazenda vertical, informática urbana, computação de alimentos, automação de estufas, estufas de terraço, agricultura de ambiente controlado, agricultura de ambiente fechado, computador de alimentos).
- *Seleção e leitura de artigos, teses e dissertações.* Foram selecionados artigos que passaram por revisão por pares e também os que não passaram por tal revisão. Os índices de impacto dos veículos de publicação não foram utilizados como critério para seleção. Não foi estabelecido também um intervalo de datas das publicações, embora os trabalhos selecionados tenham sido publicados a partir de 2010. Os critérios fundamentais para seleção foram a potencialidade dos trabalhos em responder a questão de pesquisa e o juízo de valor sobre a força dos argumentos apresentados.

Tendo como foco a questão de pesquisa, uma avaliação crítica do conteúdo obtido conduziu à proposta da seguinte classificação e caracterização dos trabalhos sobre

¹ Acesso ao Portal de Periódicos da Coordenação da CAPES: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>.

agricultura urbana mediada por computador, que teve como critério a intensidade da participação computacional no funcionamento destes sistemas:

- (1) Sistemas parcialmente controlados por computador.
- (2) Sistemas intensamente controlados por computador.

Por fim, procurou-se identificar tendências e padrões nas soluções apresentadas e uma lacuna no uso de computadores para agricultura urbana.

3. Sistemas Parcialmente Controlados por Computador

Sistemas Parcialmente Controlados por Computador (SPCC) objetivam o monitoramento e o controle de alguns fatores ambientais (luz, temperatura do ar, umidade do solo, intensidade e direção do vento etc.). Diferentemente dos sistemas intensamente controlados por computador, que se caracterizam por ambientes artificialmente parametrizados para o cultivo, isolados do ambiente aberto, os SPCCs empregam sensores e atuadores para controlar alguns fatores envolvidos no cultivo em um ambiente aberto.

Um exemplar destes sistemas é proposto em Teittinen (2013). Tal sistema objetiva a automação de jardim permitindo ao usuário controlar luzes e bombas de água, além de registrar os dados de sensores envolvidos de luminosidade e umidade empregados no sistema.

Outro exemplo que sintetiza bem o conceito é proposto em Aronson (2017), sistema denominado como FarmBot, trata-se de um equipamento CNC para o cultivo de plantas em ambiente aberto. Este sistema uma vez abastecido com insumos para a cultura, age de forma autônoma, semeando, regando, monitorando o crescimento da cultura desejada, detectando o surgimento de ervas daninhas e as impedindo de crescer. O sistema auxilia na disposição das diversas culturas no ambiente, determinando a distância mínima necessária entre as plantas, para o devido crescimento sem que haja interferência entre elas. Fatores como temperatura ambiente e exposição à luz, não são controlados pelo sistema, há uma dependência da condição climática natural. Uma característica excepcional do projeto é ser totalmente aberto e gratuito, todos os esquemas, sejam elétricos, estruturais e programação estão disponíveis para serem baixados, de forma que é possível executá-lo plenamente, já o hardware e demais materiais estruturais, são de fácil aquisição, o processamento por exemplo é executado pelo Raspberry Pi e o controle por Arduino.

4. Sistemas Intensamente Controlados por Computador

Os Sistemas Intensamente Controlados por Computador (SICC) objetivam controlar maximamente os parâmetros de produção da cultura agrícola. Estes sistemas são projetados para minimizar a interferência humana e as incertezas do clima. Os SICCs empregam sensores, processadores e atuadores para manter o clima dentro de certos parâmetros de temperatura, umidade do ar, intensidade e direção do vento, nível de CO₂, intensidade da luminosidade, etc. Sensores e atuadores também são utilizados para manter rigoroso controle no oferecimento de nutrientes para as plantas.

A literatura relata soluções que vão desde simples sistemas de baixo custo desenvolvidos com finalidade experimental até sofisticadas soluções que empregam sistemas computacionais inteligentes e robóticos.

Hydrobase é um sistema experimental desenvolvido por Goyal (2016) para cultivo de plantas por hidroponia podendo ser instalado em um pequeno espaço, dentro de uma casa ou apartamento. Embora simples, constituído por uma estrutura de canos de PVC, baldes, luzes, sensores de luz, pH e temperatura, o sistema utiliza bombas para oferecer nutrientes e regular o pH da solução hidropônica. O sistema regula as condições de temperatura, luminosidade, pH e quantidade de nutrientes segundo o perfil da planta em cultivo. Goyal sugere a utilização de banco de dados de perfis de plantas, disponíveis na Internet, tais como os apresentados pelo Departamento de Agricultura americano².

O Computador de Alimentos do projeto de código aberto OpenAg – OpenAg *Personal Food Computer* – (Ferrer *et al.*, 2017), dispositivo do tamanho de uma mesa, é um exemplar bem central em termos conceituais àquilo que classificamos como SICC. O dispositivo é constituído por uma câmara no formato de uma caixa e um complexo sistema computacional inteligente e robótico capaz de controlar o microclima dentro da câmara. Sendo de código aberto, o projeto do Computador de Alimentos pode ser modificado e atualizado para uso pessoal, experimental ou educacional.

Em uma perspectiva futurista, Shamschiri *et al.* (2018) argumentam que o cultivo em cidades populosas se concretizará a partir dos avanços na automação da agricultura de ambientes controlados e estufas, dando lugar ao surgimento de fábricas urbanas de plantas e fazendas verticais para produção massiva de alimentos.

5. Discussão e conclusões

Sistemas para agricultura urbana parcialmente ou intensamente controlados por computador são, de maneira geral, caros e requerem muito conhecimento tecnológico e agrícola para serem operados.

Por outro lado, como observam Lyle, Choi & Foth (2015), em um estudo sobre *design* de sistemas para agricultura residencial, a produção de alimentos em pequena escala, sob a forma de jardinagem residencial para uso doméstico ou pessoal é praticada, geralmente, por uma única pessoa que: (1) possui limitações para lidar com a tecnologia, (2) concede baixa prioridade para as atividades de cultivo residencial, (3) não possui conhecimento formal sobre agricultura, (4) aprende a cultivar através da experimentação e observação, e (5) muitas das vezes, pratica a agricultura por lazer ou como passatempo. Além disso, existem barreiras estéticas e econômicas para o investimento em agricultura residencial.

Neste sentido, sistemas parcialmente ou intensamente controlados por computador não são apropriados para a agricultura residencial, doméstica, para jardinagem ou para a produção em pequena escala. O presente estudo de revisão bibliográfica sugere que existe uma lacuna de trabalhos a serem feitos com o objetivo de

² Disponível em <https://plants.sc.egov.usda.gov/java/>.

estabelecer um *design* adequado para este tipo de agricultura, algo que utilize o computador como meio facilitador da agricultura nestas condições.

References

- Aronson, R., Brown, J., Colombo, K., Salem, L., Jeng, N., Stothers, R. & Lees, S. (2017) "Polar Coordinate Farmbot, Final Project Report". California Polytechnic State University at San Luis Obispo. USA.
- Cook D.J., Mulrow C.D., Haynes R.B.. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Ann Intern Med.* 1997;126(5):376-80.
- Ferrer, E. C., Rye, J., Brander, G., Savas, T., Chambers, D., England, H. & Harper, C. (2017). Personal Food Computer: A new device for controlled-environment agriculture. MIT Media Lab. USA.
- Goyal, N. K. (2016). Hydrobase: an IoT Gardening Application. Thesis. San Jose State University, USA.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report, TR/SE-0401 and NICTA 0400011T.1, Keele University. Disponível em http://www.idi.ntnu.no/emner/empse/papers/kitchenham_2004.pdf.
- Lyle, P., Choi, J. H., Foth, M. (2015). Growing Food in the City: Design Ideations for Urban Residential Gardeners. Proceedings of the C&T '15, June 27 - 30, 2015, Limerick, Ireland.
- Onwuegbuzie, A. J. & Frels, R. (2016) 7 steps to a comprehensive literature review: A multimodal & cultural approach. London, UK: Sage Publications.
- Shamshiri, R. R., Kalantari, Fatemeh, Ting, K. C., Thorp, K. R., Hameed, I. A., Weltzien C., Ahmad, D. & Shad, Z. M. (2018) "Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: A transition to plant factories and urban agriculture", In: *Int J Agric & Biol Eng*, open access www.ijabe.org, Vol. 11 No.1
- Teittinen, J. (2013). Development of an Open Home Garden Automation System. Thesis. Karelia University of Applied Sciences, Finland.