

Colhe aí: Aplicação para Sistema de controle de irrigação e Monitoramento do Solo

Bianca Martins¹, Raíssa Barros¹, Cecília Mesquita¹, Francisco C. Neto¹, Ana Livia Lopes¹,
Andressa Martins¹, Andréia Libório¹, Marcelo Martins da Silva¹

¹Universidade Federal do Ceará (UFC)
Quixadá – CE – Brazil

{biancadrivedd, rahbarros, fcmneto, andreia.ufc, martins2016eng}@gmail.com

{cecimesquita, slopeslivia, andressapim15}@alu.ufc.br

Abstract. *It is estimated that 70% of all water used in agriculture is wasted due to a lack of control over the amount of water used. Therefore, smart agriculture seeks to help farmers in assessing production conditions. The present work aims to present Colhe aí, an irrigation assistance system for farmers based on an application and an embedded system for managing soil and its resources.*

Resumo. *Estima-se que 70% de toda a água utilizada na agricultura é desperdiçada devido à falta de controle sobre sua quantidade de uso. Nesse cenário, a agricultura inteligente busca auxiliar os agricultores na avaliação das condições de produção. O presente trabalho tem como objetivo apresentar o Colhe aí um sistema de auxílio de irrigação para agricultores a partir de uma aplicação e um sistema embarcado para a gestão do solo e seus recursos.*

1. Contexto

No Brasil, a agricultura é responsável por aproximadamente 70% de toda a água consumida [Ministério do Meio Ambiente 2018]. Estima-se que quase metade dessa água utilizada pelos agricultores é desperdiçada devido à irrigação incorreta e a falta de controle sobre a quantidade de água [Fontenelle et al. 2017]. Evapotranspiração é a quantidade de água transferida do solo e das plantas para a atmosfera através da evaporação e transpiração [Allen et al. 1998, Caminha et al. 2017]. Por isso, implementar tecnologias de monitoramento e controle da irrigação pode significar reduzir desperdícios como a aplicação inadequada de água, escoamento superficial ou infiltração profunda [Espinosa et al. 2021, Vaz and Sordi 2020, Doshi et al. 2019].

Em Sistemas de Informação (SI) com foco em agricultura inteligente utilizam-se dados via *IoT* para auxiliar os agricultores na avaliação de condições de produção [Pereira et al. 2019, Pontes et al. 2023]. Esse monitoramento inclui o acompanhamento das condições meteorológicas e do solo, com a coleta de dados por meio de estações meteorológicas e sensores que captam informações como temperatura do ar, tempo de molhamento foliar, precipitação e umidade do solo [Bischoff and Farias 2020, AgSolve 2017]. Essa integração entre agricultura, SI e tecnologias *IoT* gera a necessidade natural de criar *interfaces* interativas, que se beneficiam funcionalmente de conceitos da IHC e *UX* para otimização e melhor usabilidade do sistema em geral [Carvalho 2019]. No contexto do Sertão Central do Estado do Ceará, os agricultores enfrentam desafios significativos, como a gestão eficiente dos recursos hídricos para irrigação e a obtenção de informações precisas sobre a qualidade do solo. A aplicação de tecnologias de SI e *IoT* pode

contribuir para mitigar essas dificuldades, fornecendo dados confiáveis para auxiliar na tomada de decisão e na sustentabilidade da produção agrícola na região.

Nesse sentido, a motivação do trabalho está alinhada à “Interoperabilidade Total: Desafios e Oportunidades para os Sistemas de Informação do Futuro”, destacada no documento “*Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil*” [Boscarioli et al. 2017]. O presente trabalho, o Colhe aí, tem como objetivo apresentar um sistema de auxílio de irrigação projetado para pequenos agricultores a partir de uma aplicação e um sistema embarcado que coleta dados como umidade, temperatura e nitrogênio do solo para oferecer *insights* acerca da quantidade de água necessária para irrigar, qualidade do solo e registros sobre a colheita.

2. Processo

Para esta proposta, escolheu-se o Ciclo de Vida em Estrela, que é um processo de design que não impõe uma sequência fixa para suas etapas [Hartson and Hix 1988]. Neste projeto, as atividades foram realizadas na seguinte ordem: (1) Análise de tarefas, usuários e funções, (2) Especificação de requisitos, (3) Projeto conceitual e especificação do design, (4) Prototipação e (5) Implementação. Ao final de cada uma dessas etapas, foi realizada uma Avaliação, na qual as produções foram discutidas e foram propostos pontos para melhoria e/ou aprovação.

Na **etapa 1**, foram pesquisados os impactos e possíveis origens dos problemas dos pequenos agricultores, levando ao planejamento e execução de uma coleta de dados por meio de uma entrevista estruturada contendo 20 perguntas a respeito do dia-a-dia deles, utilização de tecnologia, cuidados com suas plantações e controle de água e solo. Para que as entrevistas ocorressem, preocupações éticas foram consideradas, de acordo as diretrizes da resolução 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. O termo de consentimento foi apresentado para a participação e assinado. Além disso, os dados coletados foram anonimizados. Foram entrevistados 6 agricultores, 4 mulheres e 2 homens, com idades que variaram de 25 a 60 anos.

Na **etapa 2**, foi realizada a análise dos dados coletados, resultando na criação das personas e identificação das necessidades do sistema. Durante a análise das entrevistas, percebeu-se que todos os participantes tinham acesso a telefone celular, e mesmo com baixo letramento digital conseguiam acessar aplicativos. Outro fator identificado pela entrevista foi sobre os cuidados com o solo. Os agricultores faziam apenas a checagem visual das suas plantações e não possuíam um meio preventivo de saber a condição do solo e das plantas, como pode ser visto no comentário da P1: “*Eu só sei que a plantação precisa de adubo quando as minhas plantas estão amareladas, aí eu coloco casca de ovos*”. Outra situação abordada por eles diz respeito a quantidade de água para irrigação, pois, em todas as entrevistas, os agricultores não sabiam a quantidade exata de água para suas plantações, como é visto nos comentários de P2: “*Na minha plantação utilizo só a mangueira mesmo e vou molhando, quando chove eu faço menos vezes, quando tem sol eu uso umas duas ou três vezes por dia, mas não sei quanto gasto*” e P5: “*Um número eu não sei dizer, porque depende do solo, se vai precisar de algo a mais, se tá chovendo, mas não tenho essa informação, tem mês que gasto mais de R\$ 800,00 com carro pipa*”.

Com a finalização da etapa 2, seguiu-se para a **etapa 3**, na qual foi feito um *brainstorm* seguindo os princípios de [Barbosa et al. 2021] para gerar ideias e soluções de design inicialmente, ao ser consolidado, foi esboçada uma arquitetura da informação e depois utilizou-se a MoLIC (*Modeling Language for Interaction as Conversation*) para estabelecer a interação do usuário com o sistema. Além disso, foram pensadas as primeiras telas com *Wireframes*, marca e nome da solução, estudos sobre as cores.

Na **etapa 4**, foram construídos os protótipos da solução: um aplicativo e um sistema embarcado para o acompanhamento, monitoramento e registros da plantação. Para a construção do protótipo do aplicativo, utilizamos o Figma e para o Sistema Embarcado utilizamos a plataforma Arduino com sensores para umidade do solo, nitrogênio e temperatura. Os critérios de escolha foram a disponibilidade, facilidade de programar, e preço. A **etapa 5**, Implementação, é uma atividade futura do projeto, já planejada com base no cenário de uso e análise de viabilidade.

3. Solução Proposta

Colhe aí é a integração de um aplicativo com um sistema embarcado para monitorar plantações, calcular a quantidade exata de água por tipo de cultura e coletar informações sobre o solo. Além disso, oferece um espaço onde o agricultor pode registrar dados como a quantidade plantada, colhida, insumos utilizados e quantidade vendida. A Figura 1 apresenta uma visão geral do sistema.

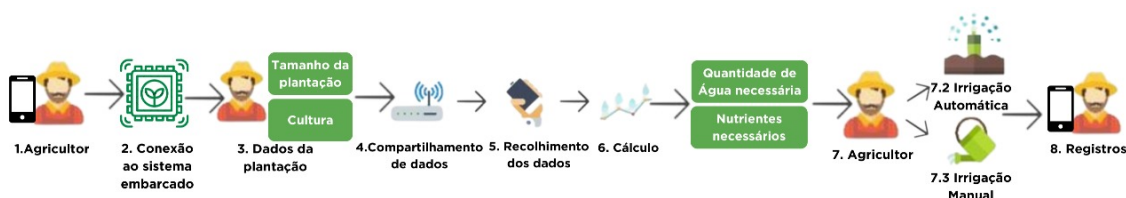


Figura 1. Visão Geral

No primeiro momento, o agricultor acessa o aplicativo e realiza a conexão com o sistema embarcado. Em seguida, ele preenche os dados da sua plantação, inserindo informações sobre o tamanho da área e as culturas desejadas, podendo cadastrar quantas culturas forem necessárias. Após finalizar o cadastro, os dados são compartilhados, e o sistema embarcado, junto com o aplicativo, realiza a coleta de informações e o cálculo da evapotranspiração, indicando a quantidade de água necessária diariamente para cada cultura. Além disso, o sistema monitora a acidez e alcalinidade do solo, sugerindo possíveis intervenções com adubos orgânicos, como casca de ovos e banana (a Figura 2c apresenta um exemplo) em caso de solo precisando de correção com a necessidade de cálcio e potássio, respectivamente, e acompanha a radiação solar e a umidade do solo. O aplicativo oferece ao agricultor opções de irrigação (Figura 2d): regular, onde o aplicativo informa a quantidade exata de água necessária para cada cultura, com as opções mais comuns da sua plantação, como regador, balde e mangueira comum, ou optar pela irrigação automatizada, ativando a Rega Inteligente, nesse caso, as informações sobre a quantidade de água já passam automaticamente. A Figura 2 dispõe de algumas das telas do aplicativo Colhe aí.



Figura 2. Telas do Aplicativo Colhe aí

Adicionalmente, o aplicativo disponibiliza um diário de colheita, permitindo que o agricultor registre a área plantada, os insumos utilizados, além das quantidades colhida e vendida. Esses registros geram um relatório (Figura 2e) que pode auxiliar na solicitação do Selo Nacional da Agricultura Familiar.

O **Colhe aí** adota uma abordagem interdisciplinar ao integrar SI, Agricultura, *IoT* e Inovação para o Desenvolvimento Regional do Sertão Central do Ceará. Essa combinação favorece uma visão holística do mercado agrícola, otimizando o uso da água e auxiliando agricultores em diversas demandas. A criação do aplicativo mobile e de um sistema embarcado intuitivo destaca o papel dos SI ao proporcionar uma experiência acessível e eficiente.

Além disso, o contínuo desenvolvimento do **Colhe aí** contribui tanto para a academia quanto para aplicações práticas. No meio acadêmico, fortalece o entendimento sobre o impacto das tecnologias digitais no desenvolvimento regional, explorando desafios da *IoT* aplicada à agricultura. Do ponto de vista prático, nossa proposta centrada no usuário exemplifica um caminho promissor na construção de um SI, baseado nas demandas reais de agricultores, com o objetivo de atrair investidores e empreendedores, além de impulsionar o desenvolvimento regional. Um exemplo está em um dos cenários de uso:

Dona Laura, agricultora de 50 anos da zona rural de Quixadá-CE, cultiva uma variedade de verduras, hortaliças e legumes em seu quintal produtivo. Com a mudança da estação chuvosa para o período de estiagem, ela percebeu algumas folhas murchas e manchas em seus milhos, sem saber a causa ou como tratar. Seu filho recomendou o aplicativo Colhe aí, onde ela cadastrou suas informações de produção. Em poucos dias, o Colhe aí identificou a falta de cálcio nas plantações de milho e sugeriu um adubo caseiro com cascas de ovos. Além disso, com o dispositivo de análise de solo, Laura conseguiu saber quanto de água utilizaria para irrigar sua plantação por completo.

Para acessar o **Protótipo** do Colhe aí no Figma clique no **AQUI**

Para acessar o **Vídeo** do Colhe aí no Youtube clique no **AQUI**

Para acessar o **Modelo de Negócio** do Colhe aí clique **AQUI**

4. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Embora projetos utilizem tecnologias *IoT* para monitoramento da umidade do solo e das condições ambientais [Espinosa et al. 2021, Doshi et al. 2019, Pereira et al. 2019, Pontes et al. 2023], nenhum deles envolveu diretamente pequenos agricultores no desenvolvimento de soluções acessíveis e adaptadas às suas necessidades. O Colhe aí se diferencia ao adotar princípios de Inovação, SI, IHC e UX para criar um aplicativo intuitivo e eficaz, além de apresentar um modelo de negócio voltado especificamente para esse público, garantindo a viabilidade do sistema embarcado que calcula a quantidade exata de água a ser utilizada em cenários reais de uso.

Como trabalhos futuros, planejamos avançar para a fase de implementação do aplicativo mobile e integrar com o sistema embarcado, seguida de uma nova avaliação de Experiência do Usuário (UX) com usuários, que por se tratar de um sistema ubíquo, segundo pesquisas, requer tempo para avaliação [Silva et al. 2023]. Além disso, há uma oportunidade de investigar a aceitação da tecnologia sob a perspectiva de diferentes *stakeholders*, incluindo formuladores de políticas públicas, empreendedores do setor de agricultura.

Referências

- AgSolve (2017). Agricultura inteligente: Como funciona e qual sua importância? <https://goo.gl/4Scz1j>.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., et al. (1998). Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements-fao irrigation and drainage paper 56. *Fao, Rome*, 300(9):D05109.
- Barbosa, S. D. J., Silva, B. d., Silveira, M. S., Gasparini, I., Darin, T., and Barbosa, G. D. J. (2021). Interação humano-computador e experiência do usuario. *Auto publicação*.
- Bischoff, V. and Farias, K. (2020). Vitforecast: an iot approach to predict diseases in vineyard. In *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Information Systems*, pages 1–8.
- Boscarioli, C., de Araujo, R. M., and Maciel, R. S. P. (2017). I grandsi-br grand research challenges in information systems in brazil 2016-2026.
- Caminha, H. D., da Silva, T. L. C., da Rocha, A. R., and Lima, S. C. R. V. (2017). Estimating reference evapotranspiration using data mining prediction models and feature selection. In *ICEIS (1)*, pages 272–279.
- Carvalho, R. M. (2019). Correlate & lead: process and catalog of non-functional requirements correlations in ubicomp and iot systems.
- Doshi, J., Patel, T., and kumar Bharti, S. (2019). Smart farming using iot, a solution for optimally monitoring farming conditions. *Procedia Computer Science*, 160:746–751.
- Espinosa, A., Ponte, D., Gibeaux, S., and González, C. (2021). Estudio de sistemas iot aplicados a la agricultura inteligente. *Revista Plus Economía*, 9(1):33–42.
- Fontenelle, T., da Cunha, W., and Fuckner, M. (2017). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. *Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil*.
- Hartson, H. R. and Hix, D. (1988). *Toward empirically derived methodologies and tools for human-computer interface development*. Virginia Polytechnic Institute & State University.
- Ministério do Meio Ambiente (2018). Água: Um recurso cada vez mais ameaçado. Acesso em: [data de acesso].
- Pereira, D. F., Bugatti, P. H., Lopes, F. M., de Souza, A. L., and Saito, P. T. (2019). Isoy-sistema inteligente para melhorias na produtividade e sustentabilidade em empresas beneficiadoras de sementes de soja. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, pages 439–446. SBC.
- Pontes, A., Marinho, É. C., da Silva, M. F., da Cruz, S. M. S., and Schmitz, E. A. (2023). Método de financiamento incremental em projetos sustentáveis de agronegócio. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, pages 138–141. SBC.
- Silva, P. V. S., Lopes, R. G., Cruz, L. V. P. L., de Souza, A. J. A. L., Sampaio, A. L., da Silva, M. M., et al. (2023). Hidrate spark tap: Avaliação de uma garrafa inteligente para motivação e acompanhamento da ingestão de água. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 62–72. SBC.
- Vaz, S. C. M. and Sordi, V. F. (2020). O que está impedindo a popularização das práticas de agricultura inteligente? *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EI-GEDIN)*, 4(1).