

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO EMBARCADO PARA AUTOMATIZAÇÃO DA MEDIDA DO TEMPO DE COZIMENTO DE FEIJÃO

PRISCILA ZACZUK BASSINELLO¹, MIRIAN SANDRA ROSA GUSMÃO², MARIO MIKIO HATO³, SELMA NAKAMOTO KOAKUZU⁴, SOLANGE DA SILVA⁵, FRANCISCA SOARES DE LIMA PAULO⁶, SÉRGIO LOPES⁷

INTRODUÇÃO: O Brasil destaca-se na produção mundial de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) sendo também considerado o maior consumidor, encontrando nessa leguminosa sua principal fonte protéica vegetal. A cultura é produzida durante todos os meses do ano e a sua produção provém de quase todos os estados da federação (PEREIRA, 1999). Para fins de classificação oficial de grãos de feijoeiro comum no Brasil, foram estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA os critérios da sua padronização conforme Portaria 161/87, que contempla o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Feijão. Atualmente, está sendo reformulada essa portaria junto a órgãos competentes, com o objetivo de atender a demanda e as necessidades impostas pelo mercado atual, além de simplificar a classificação e tipificação do feijão que vai para a mesa dos consumidores. Foi proposta, entre outros, a inclusão no regulamento do “Teste de Cozção” (tempo de cozimento), relativo ao tempo de preparo que interfere diretamente na tipificação do feijão, pois é obrigatória na classificação do feijão empacotado destinado ao consumo humano. Além disso, é uma exigência para o registro de nova cultivar de feijão comum junto ao Registro Nacional de Cultivares - RNC do MAPA (BRASIL, 2001), e que já tenha sido avaliada por dois anos consecutivos, nas safras de cultivo de cada estado, por meio dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso. O programa de melhoramento genético do feijoeiro comum da Embrapa Arroz e Feijão avalia rotineiramente seus milhares de genótipos quanto a várias características de qualidade de grãos, tendo como o tempo de cozimento um dos testes obrigatórios para a seleção de cultivares promissores. O tempo mínimo de cozimento ou a resistência do grão ao cozimento é um parâmetro crítico e importante de ser determinado, pois uma cultivar que apresenta deficiência nesse quesito pode ser associada a um produto envelhecido, duro, que demora muito no processo de preparo caseiro e, portanto, acarretar maiores custos com gás de cozinha, por exemplo, além do risco de perda de qualidade nutricional e sensorial, sendo rejeitado no mercado. A metodologia oficial de avaliação do tempo de cozimento de uma cultivar de feijão comum requer a utilização do Cozedor de Mattson, equipamento composto de 25 varetas de aço inoxidável dispostas sobre 25 grãos de feijão pré-embebidos em água, imerso em banho-maria em ebulição. A avaliação da queda das hastes inicia-se logo após a fervura e cessa quando há perfuração de 13 grãos (metade mais um). A contagem do tempo de cozimento é realizada visualmente com auxílio de cronômetro (PROCTOR; WATTS, 1987). O presente trabalho propicia o fortalecimento do protocolo de intenções entre a Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO e a Embrapa, na geração de benefícios sociais, envolvendo equipe multidisciplinar, que propõe a finalização e validação de um produto envolvendo o *hardware* e *software* para se obter a automatização dessa análise laboratorial.

MATERIAL E MÉTODOS: A automatização do equipamento utilizou componentes eletrônicos, disponíveis no mercado nacional, e que permitem informar a presença ou não das hastes do Cozedor de Mattson. Na primeira fase do projeto, foi efetuado pela equipe da PUC-GO junto à Embrapa Arroz e Feijão, o levantamento de requisitos, visando gerar informações relevantes para a especificação e a

¹ Engenheira Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, priscilazb@cnpaf.embrapa.br

² Engenheira Civil, Mestre em Automação, Professora/Pesquisadora, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás), Goiânia, GO, msrgusmao@pucgoias.edu.br

³ Graduando em Engenharia de Computação, PUC-GO, Goiânia, GO, mario.hato@gmail.com

⁴ Química e Mestre em Ciência de Alimentos, Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, selma@cnpaf.embrapa.br

⁵ Matemática e Doutora em Ciências – Engenharia Elétrica, Professora, PUC- GO, solansilva.ucg@gmail.com

⁶ Graduada em Direito, Gestora de Convênios e Contratos e CLPI, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, francisca@cnpaf.embrapa.br

⁷ Bacharel em Ciência da Computação, Assistente A, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, sergio@cnpaf.embrapa.br

construção do produto. Na segunda fase, foram realizadas a especificação e a construção do protótipo, utilizando-se a infra-estrutura do laboratório de Automação e Robótica do Departamento de Computação da PUC-GO. Nesta etapa, foi necessária a confecção por terceiros das placas de circuito impresso, utilizadas para a montagem do protótipo (*hardware*). Na terceira fase, foi iniciada a criação do *software*, cujo processo baseou-se na metodologia de desenvolvimento ágil que é particularmente apropriada para o projeto por privilegiar o desenvolvimento incremental, com liberação freqüente de novas versões em produção, valorizando o *feedback* do usuário e por ser fortemente baseado em testes automáticos, garantindo assim a integridade do *software*. Estas características garantem a produção de um *software* para os usuários finais em menor espaço de tempo. Além disso, provêem a segurança necessária para que se possa efetuar o desenvolvimento sem comprometer a qualidade do mesmo. Na fase final, foi confeccionado um invólucro para o componente físico, visando sua proteção e manuseio em ambiente laboratorial. Na fase atual, estão sendo realizados testes para verificação e validação do protótipo. Para isso, o projeto será implantado e testado na Embrapa Arroz e Feijão com a colaboração de todos os membros da equipe e co-validado na Embrapa Instrumentação Analítica. Em função de ter sido iniciado o pedido de registro de propriedade intelectual do pacote, mais detalhes técnicos foram omitidos no presente trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A parte física do protótipo embarcado, criado para automatizar o tempo de cozimento do feijão por meio do Cozedor de Mattson, trata-se de circuitos eletrônicos compostos por componentes eletrônicos necessários para o seu funcionamento, como por exemplo, resistores, capacitores e sensores. O invólucro que envolve o *hardware* de Automação tem como principal objetivo proteger os componentes eletrônicos internos do Módulo, mas serve também para facilitar o manuseio e dar uma melhor aparência ao mesmo, e não deve influenciar no funcionamento do protótipo como um todo. O protótipo embarcado que integra o *hardware* e o *software*, a ser ainda validado, é de fácil instalação, manuseio operacional e manutenção. É possível a aplicação do equipamento automatizado para uso em série e simultâneo, aumentando o rendimento das análises de rotinas laboratoriais, sem perda da eficiência e, mitigando o envolvimento da mão-de-obra, que poderá ser liberada para outras tarefas, otimizando-se os recursos humanos nas unidades laboratoriais, que atualmente são escassos. Espera-se obter uma correlação positiva entre os testes visuais e os resultados gerados pelo equipamento automatizado, que serão registrados e armazenados eletronicamente, em ambiente digital e gráfico, garantindo a precisão dos dados gerados com rápida recuperação e geração de *backups*, podendo-se gerar relatórios específicos, sem necessidade de registro manual de dados, evitando assim possíveis erros de anotação com a fadiga visual ou qualquer tipo de distração do operador. Além disso, poderá ser integrado em rede interna entre diferentes computadores. O *software* também apresentará flexibilidade adequada para atender novas demandas de usuários. Em relação à consulta sobre potencial de patentear o produto ou registrar propriedade intelectual, foram realizadas atividades junto ao Comitê Local de Propriedade Intelectual da Embrapa Arroz e Feijão como o preparo de estudos prévios sobre o projeto imprescindíveis para identificar os aspectos relevantes da tecnologia e a situação do “estado da técnica” no intuito de especificar a modalidade de proteção aplicável à tecnologia. Foi realizada “busca de anterioridade” em bancos de patentes com o objetivo de identificar o problema tecnológico e se a tecnologia desenvolvida no projeto seria capaz de resolvê-lo, bem como, apontar suas principais vantagens; foi providenciada remessa de formulários e acompanhamento do pedido de análise de patenteabilidade junto à Assessoria de Inovação Tecnológica da Embrapa, tendo sido recomendado, no parecer final, que o sistema embarcado, composto por *hardware* e *software*, seja passível de proteção intelectual.

CONCLUSÕES: Os elementos utilizados e ajustes realizados na construção do protótipo automatizado para medição do tempo de cozimento do feijão comum foram apropriados para obtenção de produto eficaz na geração de dados menos subjetivos e mais precisos e de fácil operação, contemplando os principais objetivos do projeto. Além disso, melhora a eficácia do processo, pois o equipamento poderá realizar operações repetitivas sem pausa e perda de qualidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. ANEXO IV. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a inscrição no registro nacional de cultivares- RNC.** SI, 2001. np.

CAPUANO, F. G.; IDOETA, I. V. **Elementos de Eletrônica Digital.** Editora Érica. 37ª ed., v. 1, 552 p., 2001.

MIYADAIIRA, A. N. **Programação em C para microcontroladores da família PIC18.** 1ª ed., São Paulo, Editora Érica, v. 1, 400 p., 2009.

PEREIRA, F. **Microcontroladores PIC – Programação em C.** 3ª edição, São Paulo, Editora Érica, v. 1, 358 p., 2004.

PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology**, Ottawa, v. 20, n.1, p. 9-14, 1997.

SOUZA, D. J. de. **Desbravando o PIC.** 1ª edição, São Paulo, Editora Érica, 199 p., v. 1, 2002.

SOUZA, D. J. de. LAVINIA, N. C. **Conectando o PIC 16F877A: Recursos Avançados.** 1ª ed., São Paulo, Editora Érica, v. 1, 380 p., 2003.