

Modelo de aplicabilidade de sistema para rastreabilidade na cadeia produtiva do açaí

Daniel S. da Silva, Evelyn S. M. Bessa, Luiz M. S. Bastos, Victor H. G. O. Fonseca, Lukas A. L. Basílio

Faculdade do Amazonas de Ensino, Pesquisa e Inovação (FAMEPI)
Manaus – AM – Brasil

{daniel.195730, evelyn.205740, luiz.170076, victor.205746, lukas}
@fmm.org.br

Abstract. *Consumers' concern with food safety has become increasingly important due to the increasing incidence of contamination and adulteration of açaí pulp. Given this scenario, stakeholders demand transparency in information, especially on origin, cultivation and handling. This work proposes the use of a traceability system for the açaí production chain to ensure more transparency and increase consumer confidence as to the origin of the product. The proposed model was concluded with the development of an electronic device using NodeMCU ESP8266 and MFRC522 Mifare RFID module integrated to the Iaçã and Firebase application.*

Resumo. *A preocupação dos consumidores com a segurança alimentar tem se tornado cada vez mais importante diante da incidência cada vez mais frequente de contaminação e adulteração da polpa de açaí. Diante desse cenário, as partes interessadas exigem transparência nas informações, principalmente sobre origem, cultivo e manuseio. Este trabalho propõe o uso de um sistema de rastreabilidade para a cadeia produtiva do açaí com intuito de garantir mais transparência e aumentar a confiança dos consumidores quanto a procedência do produto. O modelo proposto foi concluído com o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico utilizando NodeMCU ESP8266 e módulo RFID MFRC522 Mifare integrado ao aplicativo Iaçã e Firebase.*

1. Introdução

O açaí é um fruto encontrado na região amazônica e consumido no mercado nacional e internacional por meio de sucos, preparados energéticos ou sorvetes, além disso, é considerado uma celebridade brasileira devido a seus benefícios nutricionais e seu sabor exótico [Costa and Yamaguchi 2020]. O crescimento do mercado do fruto do açaízeiro levou a expansão das áreas de manejo nas várzeas amazônicas, o cultivo mais intenso, além de promover a transformação do beneficiamento, visando aumentar a produtividade para possivelmente atender essa demanda [Homma et al. 2006].

O foco dos consumidores pela polpa do açaí tem trazido questões relevantes que devem ser investigadas, como as adulterações e contaminações das polpas e derivados comercializados [Martinot 2013]. Para atender o mercado local, o beneficiamento do fruto *in natura* ocorre de maneira artesanal, feito com o amolecimento do fruto em água e passado por uma peneira ou por uma despulpadora, que pode implicar em riscos de contaminação por coliformes fecais devido à falta de higiene durante a manipulação, por vetores animais como o barbeiro ou por meio da exposição direta ao ambiente, passível

de acontecer em qualquer etapa da cadeia, desde a colheita do fruto até a distribuição [FAO; WHO 2001].

Além disso, a fim de deixar o açaí mais grosso e próximo do açaí classificado como especial e assim, obter maiores lucros para os comerciantes, algumas polpas são submetidas à adição de produtos espessantes como os amiláceos – considerados fontes em amido, tais como farinha de trigo e fécula de mandioca – e de outros produtos como farinha de tapioca, acetona, liga neutra e corantes para mascarar a cor [Pantoja 2017].

Ao longo de todo o processo de produção, há possibilidades e necessidades de melhorias para que o açaí atenda aos mercados que requerem rigoroso controle de processo e análises. Com foco nesses pontos, a utilização de tecnologias que facilitem a implementação da rastreabilidade do produto deve ser considerada para alcançar nichos de consumidores exigentes quanto à origem de produtos e com disponibilidade de pagar pela agregação de valor [Cartaxo *et al.* 2020].

Diante o exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de um modelo de sistema de rastreabilidade para a cadeia produtiva da polpa do açaí baseado na utilização das tecnologias RFID (*Radio Frequency Identification* – Identificação por Rádio Frequência) e QR Code (*Quick Response Code* – Código de Resposta Rápida) com intuito de garantir mais transparência nas informações do produto e dos agentes participantes da cadeia proporcionando o aumento na confiança dos consumidores quanto a procedência do fruto.

2. Fundamentação teórica

Pela Instrução Normativa Conjunta nº 2/2018, a rastreabilidade pode ser entendida como um conjunto de procedimentos que permite detectar a origem e acompanhar a movimentação de um produto ao longo de sua cadeia produtiva, mediante elementos informativos e documentais registrados, para fins de monitoramento, controle de resíduos de agrotóxicos, de contaminação e de adulteração. A rastreabilidade pressupõe a participação dos entes de uma cadeia de suprimentos, visando assegurar uma ligação entre o fluxo físico de bens de consumo com o fluxo de informações a eles pertinentes sob suas responsabilidades [Felício 2001].

Por meio de seus registros, a rastreabilidade pode auxiliar na diferenciação de produtos que tenham ingredientes ou que passem por processos diferenciados, na identificação para evitar mistura de produtos semelhantes e na localização de falhas para tomar ações corretivas num custo mínimo, além de facilitar a identificação de atributos que sejam desconhecidos pelo consumidor no momento do consumo [Conchon & Lopes 2012]. Segundo a Instrução Normativa Conjunta (2018), essa identificação pode ser realizada por meio de etiquetas impressas com caracteres alfanuméricos, código de barras, *QR Code*, ou qualquer outra tecnologia que permita identificar o produto de forma única e inequívoca.

As etiquetas impressas podem conter símbolos que representam a identificação de algum produto ou ente pertencente à cadeia produtiva. Um desses é o *QR Code*, um símbolo bidimensional que armazena dados baseados em texto e foi desenvolvido para ser decodificado em alta velocidade por leitores de imagem, softwares ou aplicativos de *smartphones*. O uso desse código de identificação pode automatizar o processo e aumentar a eficiência, o controle e a confiabilidade do sistema ao qual está integrado [Tiwari 2016].

Outra possibilidade é o uso de etiquetas (também conhecidas como *tags*) baseadas em identificação por rádio frequência (RFID). Essas não necessitam de um campo visual direto com o produto e possuem leitura mais rápida comparadas ao *QR Code*, além de auxiliar tanto na coleta quanto na transmissão de dados de uma grande quantidade de produtos de forma simultânea. Essa etiqueta é composta por um *microchip* e uma miniantena que permite a transmissão dos dados a um leitor que converte as ondas de rádio refletidas da etiqueta em informações digitais, que são repassadas a outros dispositivos para processamento e armazenamento. [Ting 2013].

Porém, a prática de identificação por si só, não possui nenhum significado. Ela deve estar interligada a um sistema central que realiza o controle das atividades relacionadas à comunicação com leitores e o armazenamento de dados permitindo o acesso a todos os elos da cadeia produtiva, inclusive para o consumidor [Prediger *et al.* 2016].

3. Materiais e métodos

A metodologia utilizada neste trabalho pode ser classificada como pesquisa exploratória com foco na elaboração de uma proposta de solução tecnológica da realidade estudada [Guerra 2006]. Este modelo será, em trabalhos futuros, testado e estudado em maior profundidade.

Após a definição do tema a ser abordado, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica para obtenção do conhecimento sobre o estado da arte. Foram pesquisados os sistemas já implantados, como, por exemplo, os sistemas de rastreabilidade de vinho, carne bovina e açúcar. Em seguida estudou-se a cadeia de produção do açaí, envolvendo o conhecimento das etapas, as informações do produto e dos agentes envolvidos que são relevantes para o processo e quais as tecnologias, estruturas de comunicação e de armazenamento de dados mais utilizados nesse tipo de sistema.

Foram identificadas as principais etapas (colheita, acondicionamento, transporte e beneficiamento/processamento e distribuição), os principais agentes (produtor-coletor, associação/agroindústria, transportador, indústria, comércio e consumidor) e definidas as tecnologias e dispositivos eletrônicos que seriam utilizados no sistema. As seguintes informações obrigatórias mínimas foram consideradas para serem registradas, respeitando as orientações da Instrução Normativa Conjunto nº 18/2018:

- Produto: nome do produto (espécie), variedade, quantidade do produto recebido (em kg), identificação do lote, data do recebimento (ou colheita);
- Ente: nome ou razão social, CPF, I.E ou CNPJ e endereço completo, ou quando localizado em zona rural, coordenada geográfica.

Por fim, formulou-se a proposta de um modelo de um sistema de rastreabilidade que abrangesse toda a cadeia da produção da polpa do açaí. A proposta é formada por 3 módulos: o dispositivo leitor/gravador de etiquetas RFID (*hardware*), o aplicativo para *smartphones* e a aplicação centralizada que gerencia os serviços na nuvem.

Para o *hardware*, foi projetado o uso da placa de desenvolvimento NodeMCU baseado no microcontrolador ESP8266 para processar as informações recebidas e enviá-las à aplicação central via Internet. Esta se torna relevante devido ao seu baixo custo e ao fato de possuir um módulo WiFi (*Wireless Fidelity*) embutido [Expressif 2018]; outro dispositivo utilizado foi o módulo Leitor/Gravador RFID MFRC522 Mifare, amplamente

utilizado em comunicação sem contato para ler e gravar as informações nas *tags* RFID a uma frequência de 13,56MHz [Prediger *et al.* 2016]. A comunicação entre o dispositivo leitor/gravador e o aplicativo móvel é realizada através da tecnologia Wi-Fi. A programação da ESP8266 foi desenvolvida por meio da linguagem C e com auxílio da IDE (Integrated Development Environment - Ambiente de Desenvolvimento Integrado) Arduino.

Para a criação e desenvolvimento da aplicação móvel, apoiou-se em um conjunto de ferramentas, sendo elas: sistema operacional Android, pois tem grande abrangência dos smartphones ativos no mundo; IDE Android Studio e a linguagem de programação Kotlin.

Para a aplicação central do sistema, utilizou-se o Firebase, uma plataforma de serviços na nuvem do Google utilizada para facilitar o desenvolvimento de aplicações web ou móveis (Li *et al.* 2018) Entre os serviços disponíveis, foram utilizados os de autenticação, banco de dados, armazenamento de arquivos e de notificações.

A seguir, são descritas as funcionalidades executadas pelo modelo, o qual está representado na Figura 1.

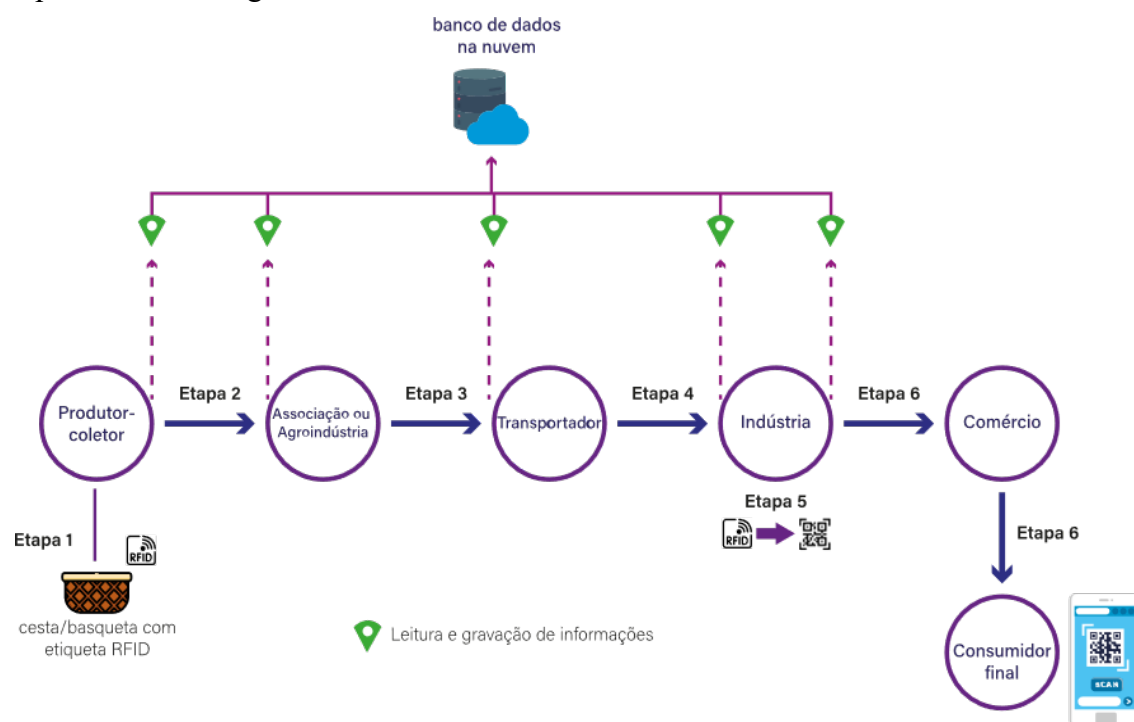


Figura 1. Visão geral do modelo proposto de rastreabilidade na cadeia produtiva de polpa de açaí

Na etapa 1, após a colheita, o fruto é acondicionado em cestos ou em basquetas de plásticos que terão as etiquetas RFID com as informações previamente armazenadas do produto. Durante essa etapa, utiliza-se de um dispositivo para ler as etiquetas e salvar as informações contidas nas *tags* e do primeiro agente em um banco de dados na nuvem. Além disso, projetou-se a utilização de um aplicativo móvel tanto para possibilitar a interação com o dispositivo responsável para fazer a gravação e a leitura dessas etiquetas quanto para possibilitar o cadastro das informações do produto e de cada ente no sistema principal.

Da etapa 2 a 4, quando o lote do produto chega a um novo participante da cadeia (recebedor), este utiliza o dispositivo projetado para ler as etiquetas, validar as informações contidas nelas e atualizar o registro no banco de dados com as suas informações, para indicar que o produto passou por aquele ponto.

Após o produto chegar à indústria na etapa 5, as informações contidas nas etiquetas podem ser utilizadas para gerar os *QR Codes* presentes nas embalagens dos produtos processados, contendo também os dados relacionados ao beneficiamento da polpa do açaí. Em seguida, na etapa 6, os produtos processados derivados são distribuídos para os comércios e para os consumidores. A partir desse momento, esses últimos entes podem acessar o histórico da cadeia daquele produto através da leitura do *QR Code*.

4. Resultados e discussões

A figura 2 apresenta a interface do aplicativo desenvolvido: Iaçã. Por meio dele, o usuário poderá cadastrar suas informações e as do produto, controlar o *hardware* para ler/gravar as *tags* RFID, além de poder visualizar as informações armazenadas durante o fluxo da cadeia. Para tal, o aplicativo disponibiliza 4 perfis de acesso: produtor, associação, transportador e indústria, os quais poderão ter as funcionalidades específicas anteriormente mencionadas.

Após o usuário abrir o aplicativo, será apresentada a tela de logon (Figura 2.a) e partir dela, pode ser criada uma conta de acesso com algumas informações básicas, além da escolha do perfil de acesso (Figura 2.b). Após essas etapas, é exibida a tela na qual o agente da cadeia pode realizar as principais funções no aplicativo. Antes de adicionar um registro da movimentação na cadeia, é necessário atualizar as informações do perfil na opção “menu” (Figura 2.c), adicionando o CPF/CNPJ e endereço.



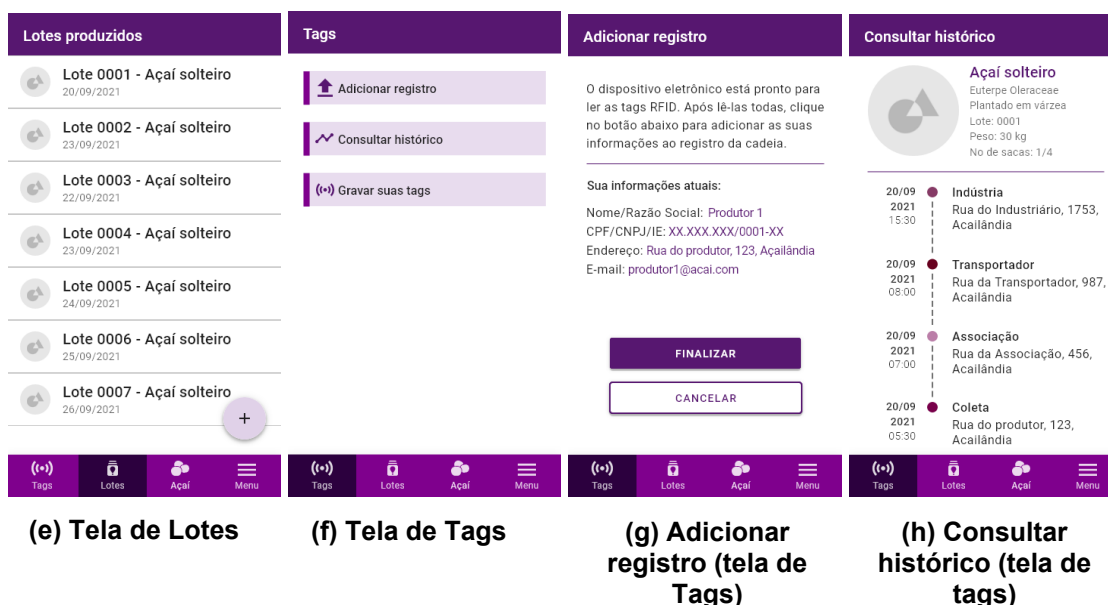


Figura 2. Telas do aplicativo laçã para smartphones

Posteriormente o usuário deve inserir as informações do produto o qual está inserido na cadeia que pretende rastrear (Figura 2.d) acessando a opção “açaí”. Assim, o produtor-coletor pode visualizar e cadastrar os lotes dos frutos colhidos para dar início a rastreabilidade na cadeia (Figura 2.e).

Acessando a opção “tags”, o usuário pode “adicionar registro”, “consultar histórico” e “gravar tags” (Figura 2.f). Através da primeira opção dessa tela, é possível habilitar o dispositivo eletrônico para a leitura de etiquetas RFID presentes nos cestos ou basquetas para criar ou atualizar as informações da associação do produto com o ente da cadeia, registrando essa movimentação (Figura 2.g). Todo agente também pode consultar o histórico das movimentações dos lotes através da segunda opção, como mostrado na Figura 2.h. Para atualizar as informações das *tags* RFID, o usuário deve acessar a última opção da tela “tags”.

5. Conclusão e trabalhos futuros

Este trabalho demonstra a potencialidade do modelo apresentado, pois os tópicos e conceitos apresentados destacam importância e a necessidade de se implementar um sistema de rastreabilidade na cadeia da polpa do açaí, garantindo mais transparência e aumentando a confiança dos consumidores quanto a procedência do produto.

A partir dessa proposta, acredita-se na implantação de testes em ambientes reais e no estudo aprofundado desse modelo em trabalhos futuros, bem como na consideração de novas questões envolvidas nesse meio, tais como: uso dos dados dos agentes presentes no sistema próprio do Governo Federal; utilização de *blockchain* para armazenar, acessar, gerenciar e validar as informações durante todo o ciclo de produção e distribuição, permitindo o registro e o acesso de dados de forma segura; utilizar outros tipos de sensores para auxiliar na identificação de adulteração e/ou contaminação da polpa.

Referências

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 02, de 7 de fevereiro de 2018. Dispõe sobre os procedimentos para a aplicação da rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos destinados à alimentação humana, para fins de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos, em todo o território nacional. Diário Oficial da União: ed. 28, seção 1, Brasília, DF, p. 26, 149, 08 fev. 2018.
- Cartaxo, C., Vasconcelos, M., Papa, D., Gonzaga, D. and Álvares, V. (2020). “*Euterpe precatoria* Mart.: Boas práticas de produção na coleta e pós-coleta de açaí-solteiro”. Embrapa Acre, 55 p., julho, documentos 166, Rio Branco, Acre.
- Conchon, F. and Lopes, M. (2012). “Rastreabilidade e segurança alimentar”. Boletim Técnico – Universidade de Lavras – Departamento de medicina veterinária – nº 91, p. 1-25, Lavras/MG
- Costa, C. and Yamaguchi, K. (2020) “Contaminação e Adulteração de Açaí”. In: *Tecnologia de Alimentos tópicos Físicos, Químicos e Biológicos*, v. 2.
- Expressif (2018). “Esp8266ex datasheet”. Disponível em https://www.expressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf.
- FAO; WHO. (2001) “Codex Alimentarius”. Food Hygiene. Basic Texts. 2ª ed. 2001.
- Felício, P. E. de. (2001). “Rastreabilidade aplicada à carne bovina”. In: *Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, 38. 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Esalq.
- Guerra, I. (2006) “Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso”. 1. ed. Estoril: Príncipia Editora, 2006. 95 p.
- Homma, A., Nogueira, O., Menezes, A., Carvalho, J., Nicoli, C. and Matos, G. (2006) “Açaí: novos desafios e tendências. Amazônia: Ci. & Desenv.”, Belém, v. 1, n. 2, jan/jun.
- Li, W., Yen, C., Lin, Y., Tung, S. and Huang, S. (2018) “JustIoT Internet of Things based on the Firebase real-time database”. In: *IEEE International Conference on Smart Manufacturing, Industrial & Logistics Engineering (SMILE)*, pp. 43-47.
- Martinot, J. (2013) “Manejo agro-extrativista do açaí-da-mata na Amazônia Central”. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Pantoja, L. (2017) “Padronização de uma metodologia analítica para detecção de fraude por adição de compostos amiláceos em polpa de açaí in natura, congelada e pasteurizada”. Resumo da Dissertação (Mestrado em Saúde Animal da Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém.
- Prediger, D., Silveira, S. and Freitas, E. “Modelo de aplicabilidade de sistema RFID para rastreabilidade na indústria alimentícia”. In: *Revista de Sistemas e Computação*. v. 6, n.1

- Ting, P. (2013) “An Efficient and Guaranteed Cold-Chain Logistics for Temperature-Sensitive Foods: Applications of RFID and Sensor Networks”. In: *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, v. 5, n. 6, p. 1–5.
- Tiwari, S. (2016) “An introduction to QR Code technology”. In: *2016 International Conference on Information Technology (ICIT)*, Bhubaneswar, pp. 39-44