REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO, MODELAGEM ARQUITETURAL E PROVA DE CONCEITO DE UM AGENTE CONVERSACIONAL COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA AGRICULTURA FAMILIAR

DEVELOPMENT OF AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE CONVERSATIONAL APPLICATION FOR DIGITAL INCLUSION IN FAMILY FARMING

DESARROLLO DE UN SISTEMA CONVERSACIONAL CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA INCLUSIÓN DIGITAL EN LA AGRICULTURA FAMILIAR

Romario Lima de Oliveira
Discente da Universidade do Estado do Pará, Curionópolis, Pará, Brasil
E-mail: Romariolimacra@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-4162-1946

Marcos Antônio Silva
Discente da Universidade do Estado do Pará, Curionópolis, Pará, Brasil
E-mail: marcosthaly88@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0004-9508-7440

Melissa Lunara Santos Ferreira
Discente da Universidade do Estado do Pará, Curionópolis, Pará, Brasil
E-mail: melissalunarasantosferreira@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0004-0532-0975

Wilker José Caminha dos Santos
Docente na Universidade do Estado do Pará, Redenção, Pará, Brasil
E-mail: wilkercaminha@uepa.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5265-583X

Alan Cloves Silva Barreto
Docente da Universidade do Estado do Pará, Parauapebas, Pará, Brasil
E-mail: alan.barreto@uepa.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9436-4213

Resumo

A agricultura familiar exerce papel fundamental na segurança alimentar e no desenvolvimento socioeconômico do Brasil. Pequenos produtores enfrentam dificuldades para acessar informações técnicas, cenário agravado pelo limitado letramento tecnológico. Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento tecnológico, a modelagem arquitetural e a análise de viabilidade de uma Prova de

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

Conceito (PoC) na forma de um Produto Mínimo Viável (MVP) de um agente conversacional baseado em Inteligência Artificial. A pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e delineamento tecnológico, fundamentada em Engenharia de Software. O sistema foi concebido para mediar o conhecimento utilizando Processamento de Linguagem Natural (PLN) para permitir interações em linguagem natural. Os resultados demonstram a viabilidade da arquitetura proposta e a integração bem-sucedida com APIs de modelos de linguagem, indicando que a solução técnica é capaz de suportar as funcionalidades planejadas para inclusão digital, favorecendo a autonomia técnica no meio rural.

Palavras-chave: Agricultura familiar; Inteligência Artificial; Inclusão digital; Agente conversacional; Produto Mínimo Viável.

Abstract

Family farming plays a fundamental role in food security and socioeconomic development in Brazil. Small-scale producers face difficulties in accessing technical information, a scenario aggravated by limited technological literacy. This study aimed at the technological development, architectural modeling, and feasibility analysis of a Proof of Concept (PoC) in the form of a Minimum Viable Product (MVP) of an Artificial Intelligence-based conversational agent. The research is applied in nature, with a qualitative approach and technological design, grounded in Software Engineering. The system was conceived to mediate knowledge using Natural Language Processing (NLP) to allow natural language interactions. The results demonstrate the feasibility of the proposed architecture and the successful integration with language model APIs, indicating that the technical solution is capable of supporting the functionalities planned for digital inclusion, favoring technical autonomy in rural areas.

Keywords: Family farming; Artificial Intelligence; Digital inclusion; Conversational agent; Minimum Viable Product.

Resumen

La agricultura familiar desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria y en el desarrollo socioeconómico de Brasil. Los pequeños productores enfrentan dificultades para acceder a información técnica, situación agravada por el limitado nivel de alfabetización tecnológica. Este estudio tuvo como objetivo el desarrollo tecnológico, el modelado arquitectónico y el análisis de viabilidad de una Prueba de Concepto (PoC) en forma de Producto Mínimo Viable (MVP) de un agente conversacional basado en Inteligencia Artificial. La investigación es de naturaleza aplicada, con enfoque cualitativo y diseño tecnológico, fundamentado en Ingeniería de Software. El sistema fue concebido para mediar el conocimiento utilizando Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) para permitir interacciones en lenguaje natural. Los resultados demuestran la viabilidad de la arquitectura propuesta y la integración exitosa con APIs de modelos de lenguaje, indicando que la solución técnica

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

es capaz de soportar las funcionalidades planificadas para la inclusión digital, favoreciendo la autonomía técnica en el medio rural.

Palabras clave: Agricultura familiar; Inteligencia Artificial; Inclusión digital; Agente conversacional; Producto Mínimo Viable.

1. Introdução

A agricultura desempenha um papel central na economia e no desenvolvimento socioeconômico do Brasil, consolidando o país como um dos principais protagonistas globais na produção de alimentos. Essa relevância também se evidencia na participação do agronegócio na economia nacional. Segundo levantamento realizado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/Esalq-USP), em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro alcançou R$ 3,20 trilhões em 2025, representando 25,13% do PIB nacional. Do total, aproximadamente R$2,06 trilhões corresponderam ao ramo agrícola e R$1,14 trilhão ao ramo pecuário, evidenciando a expressiva contribuição do setor para a economia brasileira.

Dentro desse cenário, a agricultura familiar destaca-se como a base do abastecimento do mercado interno, sendo responsável por parcela significativa da comida que chega à mesa dos brasileiros. Segundo o Censo Agropecuário do IBGE (2017), a agricultura familiar representa cerca de 77% dos estabelecimentos agrícolas do país. Além de atuar na segurança alimentar da população, esse setor é um pilar fundamental para a geração de renda e para a fixação das famílias no ambiente rural (GUANZIROLI; BUAINAIN; DI SABBATO, 2012).

Apesar de sua inegável relevância estrutural, os pequenos produtores enfrentam desafios históricos que limitam seu potencial produtivo e sua plena integração aos avanços tecnológicos. Uma das principais problemáticas reside na assimetria e na escassez de acesso a informações técnicas de qualidade. A barreira da inclusão digital, muitas vezes agravada pela ausência de ferramentas desenvolvidas especificamente para a realidade e linguagem do campo, dificulta o

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

acesso a dados sobre manejo de cultivos, controle de pragas, previsões climáticas e estratégias de comercialização, mantendo o pequeno produtor à margem das inovações (TRENTIN; WAQUIL, 2008).

Diante dessa dificuldade informacional e da necessidade de democratizar o conhecimento agrícola por intermédio de tecnologias acessíveis, este estudo é norteado pela seguinte pergunta de pesquisa: como desenvolver uma aplicação que facilite a informação para pessoas no contexto da agricultura familiar?

Para responder a esse questionamento, o objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver, modelar e analisar a viabilidade arquitetural de um Produto Mínimo Viável (MVP) de um agente de Inteligência Artificial. Este sistema é projetado para interagir de forma natural e sanar dúvidas do pequeno agricultor. Os resultados deste desenvolvimento fundamentam a hipótese de que interfaces conversacionais possuem o potencial de mitigar a sobrecarga cognitiva de uso, visando promover a inclusão digital no contexto da agricultura familiar, alinhando-se às demandas por soluções de agricultura digital inclusivas (MASSRUHÁ et al., 2020).

2. Fundamentação Teórica

2.1. Tecnologia na Agricultura

A integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no setor agropecuário tem consolidado um novo paradigma produtivo, frequentemente denominado Agricultura 4.0 ou Agricultura Digital. Esse processo é caracterizado pelo uso intensivo de dados, conectividade, sensores e sistemas de automação, com o objetivo de otimizar os processos produtivos, reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais. Nesse contexto, as inovações tecnológicas possibilitam desde o monitoramento preciso de variáveis climáticas e das condições do solo até o controle mais eficiente da aplicação de insumos, contribuindo para o aumento da eficiência e da produtividade no campo (MASSRUHÁ et al., 2020).

Sob essa perspectiva, a transformação digital do setor agropecuário modifica a própria concepção de eficiência nos processos rurais, que deixa de estar

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

relacionada exclusivamente à capacidade de produzir mais e em menor tempo e passa a incorporar a utilização inteligente e estratégica dos recursos disponíveis. A adoção de tecnologias de Agricultura de Precisão, por exemplo, permite coletar e analisar dados das lavouras para orientar decisões mais precisas e adequadas às características de cada área. Estudos apontam que a utilização dessas inovações pode proporcionar aumentos de produtividade entre 18% e 25% ao longo das safras. Paralelamente, técnicas como o corte de sementes linha a linha e a aplicação de fertilizantes em taxa variável podem reduzir entre 14% e 20% o uso de insumos, contribuindo tanto para a redução dos custos operacionais quanto para a promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis (GRZYBOVSKI; MOZZATO; FARIAS, 2024).

Apesar desses avanços e de seus potenciais benefícios, a disseminação das tecnologias digitais no meio rural não ocorre de maneira uniforme. Há muitos indícios que o desenvolvimento e a adoção de soluções mais avançadas de Agricultura de Precisão permanecem, historicamente, concentrados em propriedades de grande escala e em segmentos voltados à agricultura de exportação, que apresentam maior capacidade de investimento em infraestrutura e inovação.

Como consequência, propriedades administradas pela agricultura familiar frequentemente encontram maiores dificuldades para acessar e incorporar essas ferramentas aos seus processos produtivos. Essa desigualdade evidencia uma lacuna tecnológica que pode limitar o aproveitamento do potencial produtivo dessas propriedades, além de restringir oportunidades de redução de custos, aumento da produtividade e fortalecimento da sustentabilidade econômica dos pequenos produtores (CASTILHO, 2025).

2.2 O Potencial dos Chatbots e Agentes de IA

Com o objetivo de mitigar as barreiras operacionais presentes no uso de softwares tradicionais, a Inteligência Artificial (IA) vem reformulando os modelos de Interação Humano-Computador (IHC). Dentre essas inovações, o Processamento de Linguagem Natural (PLN) destaca-se ao capacitar os sistemas a interpretar e produzir a linguagem humana de forma fluida. Essa evolução fundamenta a

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

atuação dos agentes conversacionais inteligentes e chatbots, que substituem a navegação em menus complexos pela comunicação em linguagem natural (Brandtzaeg; Følstad, 2017).

No contexto de prestação de informações, o grande diferencial de um agente conversacional é a sua capacidade de simular um diálogo humano. Em vez de exigir que o usuário navegue por menus complexos, instale aplicativos pesados ou preencha formulários extensos, o agente de IA permite que as solicitações sejam feitas em linguagem natural — seja por texto ou por voz. Para públicos com menor familiaridade tecnológica, essa abordagem reduz drasticamente a carga cognitiva necessária para utilizar um sistema digital, tornando o acesso à informação técnica agrícola muito mais intuitivo, dinâmico e personalizado (MCTI, 2021).

2.3 O Desafio da Inclusão Digital no Cenário Brasileiro

Apesar do potencial democratizador de tecnologias como a Inteligência Artificial (IA), a implementação de soluções digitais no campo brasileiro ainda enfrenta um obstáculo histórico: a exclusão digital. Esse fenômeno apresenta um caráter multifacetado, envolvendo não apenas limitações relacionadas à infraestrutura tecnológica, mas também dificuldades de acesso, uso e apropriação das ferramentas digitais. Nesse contexto, pesquisas do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) sobre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no meio rural evidenciam que uma parcela significativa das propriedades ainda não dispõe de conexão à internet estável e de qualidade. Enquanto a presença de computadores nos domicílios rurais corresponde a apenas 14%, no meio urbano esse percentual alcança 36%. Além disso, o acesso à internet no campo ocorre predominantemente por meio de dispositivos móveis, uma vez que 82% dos usuários rurais dependem exclusivamente do telefone celular para acessar a rede (CGI.BR, 2025).

Entretanto, os desafios relacionados à inclusão digital no meio rural não se restringem à disponibilidade de infraestrutura. A efetiva utilização das tecnologias também depende de fatores relacionados à linguagem, à comunicação e à capacidade de apropriação das informações pelos produtores. Nesse sentido, a

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

comunicação pode tornar-se ineficiente quando existem dificuldades na disponibilidade, no acesso e, sobretudo, na compreensão e na adaptação dos conteúdos às necessidades práticas do agricultor. Dessa forma, não basta disponibilizar informações por meio de canais digitais; é necessário garantir que elas sejam apresentadas de maneira clara, compreensível e aplicável à realidade do produtor rural (BERNARDES; VIEIRA; BONFIM, 2015).

Associada a essas limitações está a questão do letramento digital, que constitui outro fator determinante para a inclusão tecnológica no campo. Muitos pequenos agricultores ainda não possuem a familiaridade necessária para utilizar sistemas digitais complexos, especialmente quando essas ferramentas não consideram as características socioculturais e linguísticas do público ao qual se destinam. Conforme Garcia (2019), a fragilidade dos processos de letramento no meio rural compromete a autonomia do agricultor familiar e limita sua capacidade de apropriação, utilização e gestão de novas ferramentas de comunicação e tecnologia.

Diante desse cenário, a inclusão digital no meio rural deve ser compreendida de forma mais ampla, ultrapassando a simples disponibilização de equipamentos e acesso à internet. É fundamental que as soluções tecnológicas sejam desenvolvidas considerando as necessidades concretas dos agricultores, utilizando uma linguagem acessível e compatível com seu cotidiano. Nesse sentido, aplicações capazes de fornecer informações úteis de forma clara, objetiva e imediata podem contribuir para ampliar a autonomia dos produtores e apoiar seus processos de tomada de decisão. Assim, a efetiva democratização das tecnologias no campo depende não apenas da expansão da infraestrutura digital, mas também do desenvolvimento de ferramentas que sejam acessíveis, compreensíveis e adequadas à realidade do produtor familiar (SILVA; SILVA, 2019).

2.4 O Produto Mínimo Viável (MVP) e a Aceleração do Desenvolvimento

Para viabilizar a criação e a validação do agente conversacional proposto neste estudo, adota-se a estratégia do Produto Mínimo Viável (MVP, do inglês Minimum Viable Product). O MVP é um conceito central no desenvolvimento ágil e

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

nas metodologias de Lean Startup, consistindo na construção de uma versão do produto com apenas as funcionalidades essenciais necessárias para satisfazer os primeiros usuários e validar as premissas fundamentais do projeto.

No contexto da agricultura familiar, em que as necessidades sociolinguísticas e os níveis de letramento digital são bastante específicos, o desenvolvimento de um MVP permite testar na prática a aceitação, a usabilidade e a utilidade da ferramenta de Inteligência Artificial, evitando o desperdício de tempo e recursos com funcionalidades complexas que podem não atender à realidade das famílias agricultoras (LIMA; SILVA, 2024).

3. Metodologia

Para a implementação do serviço de processamento de linguagem natural, o sistema integra-se à API do modelo Gemini (versão 1.5 Flash). Como a adoção de uma arquitetura de Geração Aumentada por Recuperação (RAG) está planejada para fases futuras do projeto, é necessário reconhecer a limitação de que o conhecimento do agente, nesta Prova de Conceito (PoC), provém exclusivamente da memória paramétrica do modelo, isto é, das informações e pesos neurais consolidados durante a sua fase de pré-treinamento em larga escala.

Para alinhar o comportamento da IA à realidade do produtor rural e mitigar o risco de respostas fora de contexto, aplicaram-se técnicas de Prompt Engineering. O System Prompt (instrução de sistema base) foi estruturado com as seguintes diretrizes: "Atue como um assistente especializado em agricultura familiar. Utilize um vocabulário simples, claro e acessível. Seu foco exclusivo é responder a questões sobre práticas agrícolas, agricultura familiar e questões legais ou fundiárias rurais. Recuse-se a responder tópicos fora desse domínio."

Prompt – System Intruction

const AGRO_SYSTEM_INSTRUCTION = `Você é o "Assistente Fundiário AI", um conselheiro prático e amigo do produtor rural, posseiro, assentado e trabalhador do campo no Brasil.

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

SUA MISSÃO PRINCIPAL: Ajudar quem cuida da terra a entender seus direitos, regularizar seu sítio, chácara ou fazenda e resolver pendências com documentos de forma MUITO SIMPLES, CLARA e DIRETA, sem enrolação e sem palavras difíceis.

REGRAS DE OURO PARA SUAS RESPOSTAS:

1. *Linguagem Simples e Acessível (Sem Juridiquês):*
    a. *Fale como se estivesse conversando em uma roda de conversa no campo ou no sindicato rural.*
    b. *NUNCA use termos jurídicos ou técnicos difíceis sem explicar o que significam na prática.*
    c. *Sempre que tiver que usar siglas ou palavras técnicas, explique de forma simples logo após: • CAR: O cadastro ambiental da sua propriedade na internet. • CCIR: O certificado do INCRA que prova que a terra está cadastrada. • Matrícula: A certidão de nascimento oficial da sua terra no Cartório de Imóveis. • Georreferenciamento: A medição exata do terreno com aparelho de GPS para saber onde começa e termina a sua cerca. • Usucapião Rural: O caminho legal para quem mora, cuida e produz na terra há mais de 5 anos conseguir o documento definitivo. • Confrontantes: Os seus vizinhos de cerca. • Escritura / Título: O papel que prova que você é o verdadeiro dono da terra.*
2. *Foco Total no Agro e Questões de Terra:*
    a. *Seu tema exclusivo é: regularização de terras, INCRA, CAR, posse, contratos agrários, agricultura familiar, usucapião de terra rural e documentos do campo.*
    b. *Se o usuário perguntar sobre coisas fora do tema agro (como tecnologia urbana, jogos, assuntos aleatórios), responda com simpatia dizendo que sua especialidade é ajudar com as terras e o campo, e convide-o a tirar uma dúvida rural.*
3. *Estrutura Fácil de Ler:*
    a. *Use frases curtas e diretas.*
    b. *Use listas numeradas com Passo a Passo prático (Passo 1, Passo 2, Passo 3...).*
    c. *Diga exatamente onde o produtor deve ir (ex: "Vá ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais da sua cidade", "Procure o Cartório de Registro de Imóveis" ou "Acesse a sala da Cidadania do INCRA").*
    d. *Use negrito para destacar os nomes dos documentos mais importantes.*
    e. *Termine com uma dica prática e acolhedora, indicando que o produtor pode buscar auxílio no Sindicato Rural, Defensoria Pública ou com um técnico credenciado. `;*

Fonte: autores 2026

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

Além da instrução textual, os parâmetros de inferência da API foram ajustados para priorizar a precisão técnica. A "temperatura" (temperature) foi configurada com um valor baixo (0.3), reduzindo a aleatoriedade e a criatividade do modelo em favor de respostas mais determinísticas e factuais. O limite de tokens de saída também foi parametrizado para garantir respostas concisas, evitando sobrecarga cognitiva na leitura.

O desenvolvimento de agentes conversacionais, contudo, impõe desafios de segurança cibernética. O sistema está sujeito a riscos como o Prompt Injection — cenário em que um usuário insere comandos maliciosos na tentativa de sobrescrever as instruções originais do sistema — e a exploração de uso fora do escopo. Para mitigar essas vulnerabilidades, o escopo do agente foi estritamente delimitado no prompt, instruindo o modelo a ignorar instruções que contrariem sua diretriz principal.

Por fim, foram estabelecidos limites éticos e de segurança. O modelo foi instruído a reconhecer perguntas perigosas, como formulação de agrotóxicos ou disputas legais complexas, que exigem responsabilidade técnica (ART - Anotação de Responsabilidade Técnica). Nesses cenários, o agente atua como uma triagem: fornece uma orientação educativa básica e, obrigatoriamente, realiza o encaminhamento da demanda, orientando o produtor rural a buscar um profissional humano capacitado, como um engenheiro agrônomo ou um advogado, garantindo a segurança do usuário e a mitigação de danos.

3.1 Levantamento e Análise de Requisitos

A etapa de engenharia de requisitos teve como propósito identificar, compreender e documentar todas as necessidades operacionais para que o MVP cumpra o objetivo de sanar as dúvidas do pequeno produtor. Nesta fase inicial de concepção, os requisitos foram identificados e definidos pela equipe de desenvolvimento, fundamentando-se nas barreiras de letramento digital e nas necessidades informacionais apontadas pela revisão da literatura.

Faz-se necessário reconhecer, portanto, a ausência de um processo de

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

cocriação com os agricultores familiares durante a definição desse escopo. Essa abordagem técnica e exploratória foi adotada estrategicamente para viabilizar a construção rápida de uma Prova de Conceito (PoC) arquitetural, ficando a validação participativa e o refinamento de usabilidade reservados para etapas futuras do projeto. Todo o escopo funcional do sistema foi consolidado e categorizado por nível de prioridade e atores responsáveis, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Requisitos do Sistema

ID	Funcionalidade	Descrição	Ator	Prioridade
RF01	Cadastro de Usuário	O sistema deve permitir que um novo usuário crie uma conta fornecendo e-mail e senha.	Usuário	Alta
RF02	Login (Autenticação)	O sistema deve permitir que usuários cadastrados façam login de forma segura para acessar o chat.	Usuário	Alta
RF03	Envio de Mensagem	O sistema deve fornecer um campo de texto e um botão para que o usuário envie suas dúvidas sobre o agronegócio.	Usuário Logado	Alta
RF04	Processamento via IA	O sistema deve capturar a mensagem do usuário, enviá-la para a API Google Gemini (modelo gemini-1.5-flash) configurado por instruções contextuais e aguardar o retorno.	Sistema	Alta
RF05	Exibição da Resposta	O sistema deve renderizar a resposta da IA na interface de chat do usuário.	Sistema	Alta
RF06	Salvamento de Interações	O sistema deve gravar automaticamente cada par de pergunta e resposta no banco de dados, associando-o ao usuário logado e à sessão atual.	Sistema	Alta
RF07	Listagem do Histórico	O sistema deve listar as sessões de chat anteriores do usuário, ordenadas da mais recente para a mais antiga (ex: em um menu lateral).	Usuário Logado	Média
RF08	Recuperação de Chat	O sistema deve permitir que o usuário clique em um item do histórico para carregar a conversa e continuar interagindo no mesmo contexto.	Usuário Logado	Média
RF09	Logout	O sistema deve permitir que o usuário encerre sua sessão, bloqueando o acesso às rotas protegidas até um novo login.	Usuário Logado	Baixa

Fonte: autores 2026

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

A literatura sobre desenvolvimento ágil demonstra que o levantamento sistemático e a priorização rigorosa de requisitos são determinantes para o sucesso de um MVP. Para que o produto construído nesta pesquisa fosse considerado um MVP viável, foram estabelecidos quatro critérios objetivos de aceitação: (a) o sistema deve permitir a autenticação segura do usuário, garantindo a privacidade; (b) a interface deve operar puramente via chat em linguagem natural, eliminando a necessidade de navegação em menus; (c) o backend deve integrar-se com sucesso à API do modelo de Inteligência Artificial para gerar respostas contextualizadas; e (d) a aplicação deve ser capaz de persistir e recuperar o histórico de conversas. Ao preencher esses critérios, garante-se que o esforço da equipe técnica seja direcionado exclusivamente para as funcionalidades essenciais (core features) que entregam valor imediato ao cliente, evitando desperdício de recursos e falhas de escopo inicial (EBERT; ANTONY, 2019).

3.2 Modelagem do Sistema

Com os requisitos definidos, o projeto avançou para a fase de desenho da arquitetura técnica, utilizando diagramas para representar as estruturas lógicas e os fluxos de dados do MVP. O escopo de interação do sistema foi delimitado visualmente, conforme ilustrado na Figura 1, que mapeia as ações do Ator "Usuário" e a integração com o "Serviço IA".

Figura 1 – Diagrama de Casos de Uso, Fonte: autores (2026)

A estruturação do banco de dados e a relação entre as entidades do sistema foram projetadas sob o paradigma da orientação a objetos, representadas na Figura 2.

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

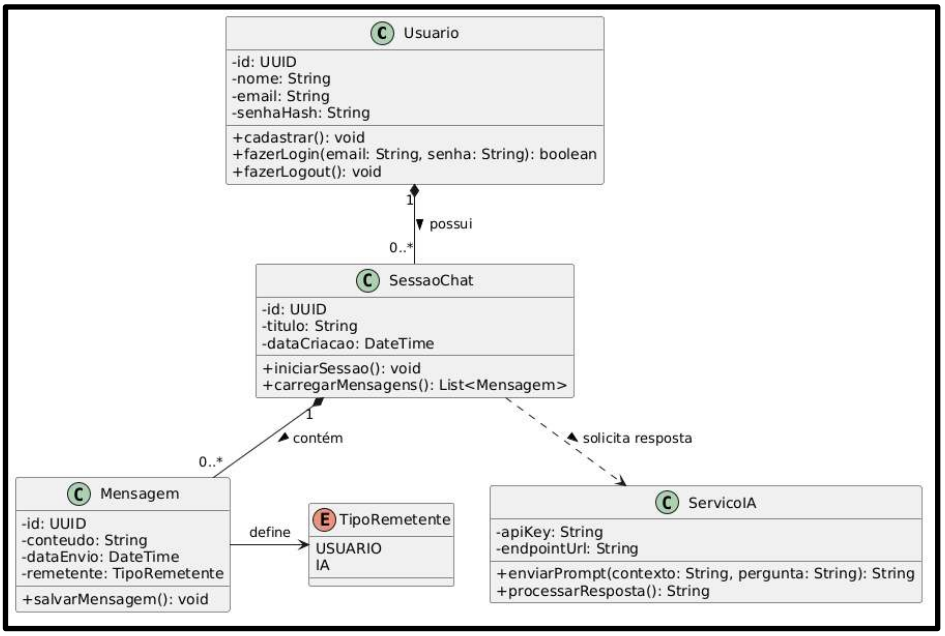


Figura 2 – Digrama de Classes. Fonte: autores (2026)

Por fim, o comportamento dinâmico e os tratamentos de exceção da aplicação foram estabelecidos por meio do fluxo lógico detalhado na Figura 3.

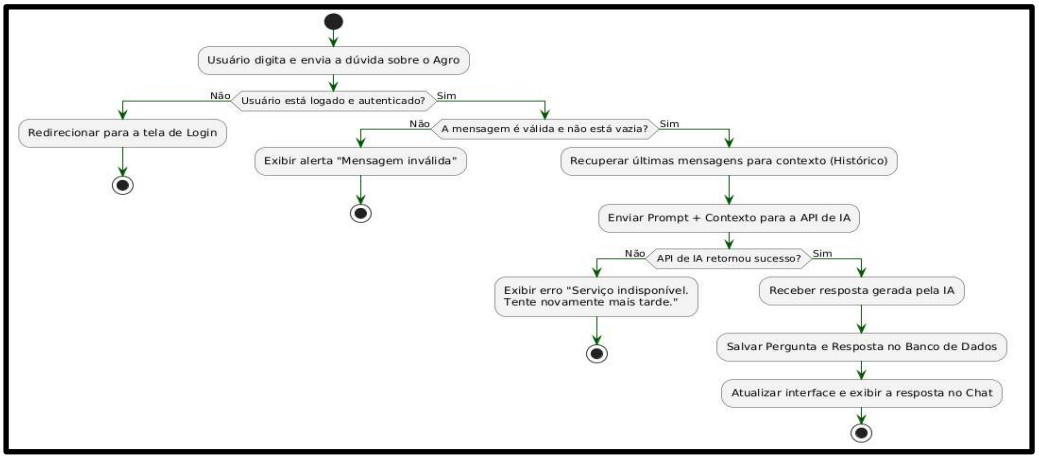


Figura 3 – Diagrama de atividades. Fonte: autores (2026)

A adoção da Unified Modeling Language (UML) e de fluxogramas nesta fase é essencial não apenas para documentar o software, mas para fornecer uma visão multidirecional e sistêmica da arquitetura, facilitando a implementação de lógicas complexas e a escalabilidade futura do projeto (LIMA; SILVA, 2025).

Tabela 2 - Stack Tecnológico

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

Frontend	Backend	Banco de Dados	IA	Autenticação
React / Tailwind	Node.js (TypeScript)	PostgreSQL / Prisma	Google Gemini API	Supabase Auth

Fonte: autores 2026

4. Resultados e Discussão

4.1 Interface de Autenticação e Acesso

O primeiro ponto de contato do usuário com o sistema ocorre por meio das telas de autenticação. Conforme observado nas Figuras 4 e 5, o design utiliza uma paleta de cores em tons de verde, que remete ao contexto agrícola, e tipografia clara.

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

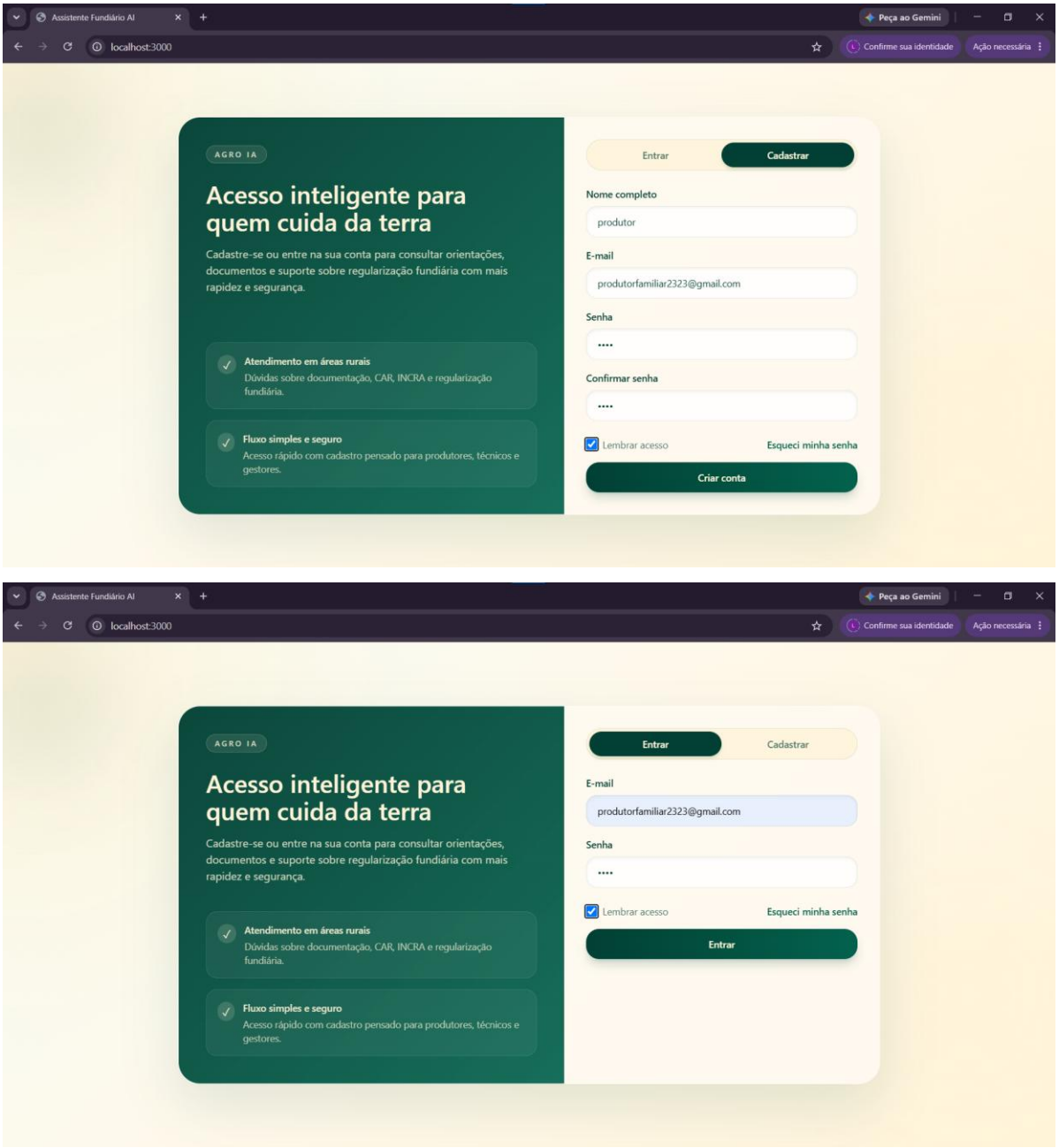


Figura 4 e 5 - Telas de Cadastro e Login. Fonte: autores (2026)

A tela de cadastro (Figura 4) solicita apenas dados essenciais, como nome, e-mail e senha, evitando formulários extensos que poderiam desmotivar o uso. Da mesma forma, a tela de login (Figura 5) mantém a simplicidade, permitindo o acesso rápido ao ambiente de suporte técnico.

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

4.2 Ambiente de Interação e Chat

A tela principal do sistema (Figura 6) é composta por uma interface de chat limpa. O diferencial reside na capacidade da IA em processar dúvidas complexas enviadas em linguagem natural, conforme exemplificado na interação sobre documentação para regularização fundiária.

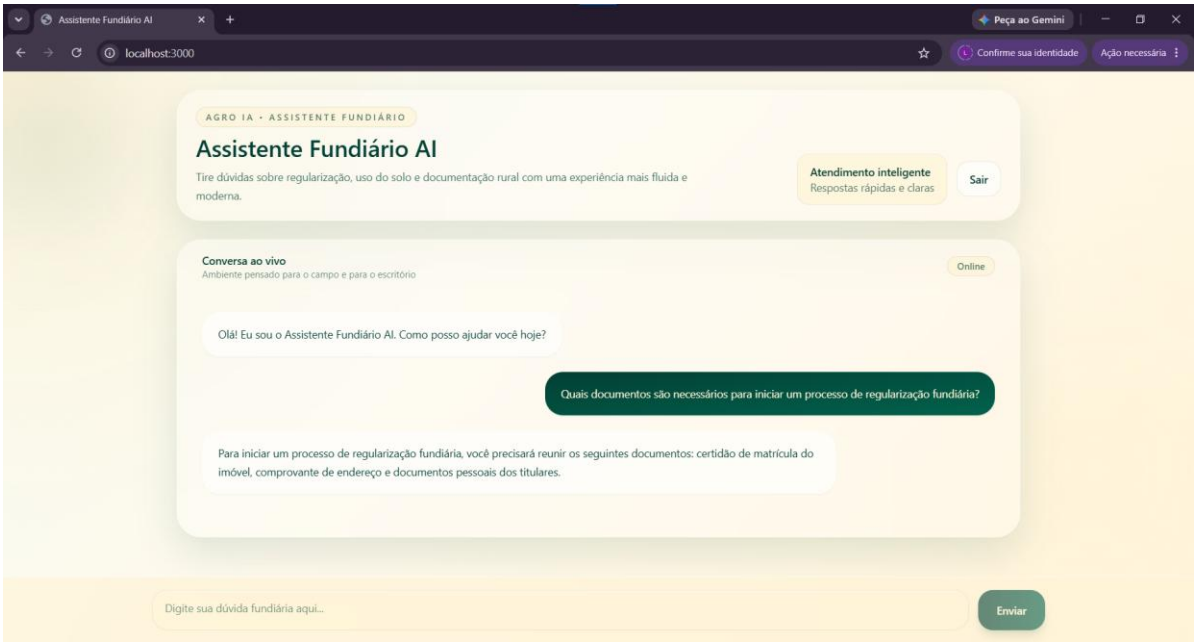


Figura 6 - Interface Principal de Chat. Fonte: autores (2026)

A interface destaca-se por apresentar uma resposta direta e contextualizada, utilizando listas e linguagem clara, o que facilita a compreensão por parte do produtor rural. O campo de entrada de texto na parte inferior permite que o usuário interaja de maneira livre, eliminando a necessidade de aprendizado de comandos específicos.

4.3 Discussão dos Resultados

Tabela 3 - Matriz de Verificação de Requisitos

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

ID	Método de Teste	Cenário de Teste	Status
RF01-02	Caixa-preta / Integração	Fluxo de registro e login via Supabase	Validado
RF03-05	Integração (API)	Envio de prompt e recebimento de JSON da Gemini	Validado
RF06-08	Caixa-preta	Persistência e recuperação de histórico no DB	Validado
RF09	Caixa-preta	Encerramento de sessão e invalidação de token	Validado

Fonte: autores 2026

Os resultados observados validam as premissas discutidas na fundamentação teórica. A simplicidade visual e a interação via linguagem natural cumprem o papel de reduzir a carga cognitiva, ponto crucial destacado por Brandtzaeg e Følstad (2017) ao descrever o uso de chatbots para públicos com menor fluência tecnológica. Ao remover menus complexos e propor uma resposta imediata e "humana", a arquitetura concebida visa mitigar a barreira do letramento digital descrita por Garcia (2019). Portanto, o MVP demonstra que a arquitetura de IA, quando projetada com foco técnico inclusivo, tem o potencial de atuar como um vetor de democratização da informação no campo.

Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a arquitetura implementa o armazenamento seguro de credenciais através de hashing de senhas no lado do servidor, garantindo a privacidade dos dados sensíveis do produtor rural. Além disso, para mitigar o risco de "alucinações" inerentes aos modelos de linguagem de grande escala (LLMs), o projeto segue diretrizes do NIST para IA confiável, planejando a evolução para uma arquitetura de Geração Aumentada por Recuperação (RAG) em fases posteriores, o que permitirá fundamentar as respostas em bases de dados oficiais da Embrapa e do Ministério da Agricultura.

5. Conclusão

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

Este estudo propôs o desenvolvimento tecnológico e a modelagem de um Produto Mínimo Viável (MVP) de um aplicativo conversacional baseado em Inteligência Artificial, direcionado à inclusão digital e ao suporte informacional da agricultura familiar. A partir da análise do cenário agropecuário brasileiro, evidenciou-se que os pequenos produtores carecem de ferramentas desenhadas para a sua realidade sociolinguística e infraestrutural.

A adoção de boas práticas de Engenharia de Software, ancorada na estratégia ágil de um MVP, demonstrou ser um caminho eficaz para garantir que o desenvolvimento focasse nas funcionalidades essenciais do sistema. A modelagem arquitetural e os fluxos lógicos projetados confirmam a viabilidade técnica de se implementar uma interface fundamentada em Processamento de Linguagem Natural (PLN). Ao propor a substituição da complexidade de menus de navegação tradicionais por diálogos diretos e em linguagem cotidiana, a arquitetura visa reduzir o esforço de interação, fornecendo um caminho tecnológico para mitigar as barreiras do baixo letramento digital frequentemente encontradas no meio rural.

Espera-se que a consolidação desta aplicação contribua para a democratização do conhecimento técnico, empoderando os agricultores familiares com informações rápidas sobre manejo, clima e mercado, facilitando a tomada de decisão no dia a dia do campo. Dessa forma, a ferramenta transcende a simples entrega de software, atuando como um vetor de inclusão digital e desenvolvimento sustentável para a agricultura familiar.

Como este estudo consolida uma Prova de Conceito (PoC) técnica, reconhece-se como limitação metodológica desta etapa a ausência de testes empíricos de campo e avaliações qualitativas com especialistas do setor. A aplicação da System Usability Scale (SUS) com os agricultores familiares e a validação de acurácia de conteúdo com engenheiros agrônomos estão planejadas como etapas integrantes de uma Fase 2 do projeto, visando o refinamento da usabilidade da interface e da segurança técnica das respostas geradas pela Inteligência Artificial.

Referências

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

BRANDTZAEG, Petter Bae; FØLSTAD, Asbjørn. Why people use chatbots. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET SCIENCE, 4., 2017, Thessaloniki. Proceedings [...]. Cham: Springer, 2017. p. 377–392. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-70284-1_30.

BERNARDES, J. C.; VIEIRA, S. C.; BONFIM, E. B.. Comunicação rural: legitimando a inclusão digital no campo. RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 1, n. 2, p. 1-12, jul./dez. 2015. ISSN: 2448-0452

Castilho, L. E. (2025). TECNOLÓGIA NA AGRICULTURA FAMILIAR: BENEFÍCIOS E DE-SAFIOS DA IMPLEMENTA DE NOVAS FERRAMENTAS. Revista Tópicos, 3(26). https://doi.org/10.5281/zenodo.17362451

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA); CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). PIB do agronegócio cresce 12,20% em 2025, impulsionado pela pecuária. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2026. Disponível em: https://cepea.org.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agronegocio-cresce-expressivos-12-em-2025.aspx. Acesso em: 19 ago. 2026.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2024. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2025.

EBERT, C.; ANTONY, J. Requirements Engineering. IEEE Software, v. 36, n. 6, p. 6-12, 2019. DOI: https://doi.org/10.1109/MS.2019.2934116.

GARCIA, Fabiano. Agricultura familiar e letramento. Santa Maria: UFSM, 2019. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/373/2019/06/Fabiano-

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

Garcia.pdf. Acesso em: 7 ago. 2026.

Grzybovski, D., Mozzato, A. R., & Farias, I. R. F. (2024). Digital transformation in a rural property in the northern region of Rio Grande do Sul: possibilities and limitations. Gestão & Regionalidade, v. 40, e20248639. https//doi.org/10.13037/gr.vol40.e20248639

LIMA, Rayfran Rocha; SILVA, Alexandre Teixeira da. Accelerating the software development process through the application of MVP and monolithic architecture. Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS). Porto Alegre: SBC, 2024. DOI: https://doi.org/10.1145/3701625.3701632.

LIMA, V. A.; SILVA, M. Um material didático 3-D para ensino de modelagem de sistemas com UML. Informática na educação: teoria & prática, Porto Alegre, v. 28, n. 1, 2025. DOI: https://doi.org/10.22491/1982-1654.146763.

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil: (1996 e 2006). Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 351-370, 2012.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. et al. (Ed.). Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA). Brasília: MCTI, 2021.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. Engenharia de Software: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

RODRIGUES, G. S.; BALEM, F. B. Desenvolvimento de um sistema digital de rastreabilidade na cadeia produtiva do café por meio de QR Code. ERR01 - New

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 22/07/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.19
DOI: 10.66104/frct7467
Pages: 1-21

Science, v. 10, n. 6, p. 071, 2025. DOI: https://doi.org/10.56238/ERR01v10n6-071.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. Inteligência Artificial: uma abordagem moderna. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SILVA, A. C.; SILVA, J. R. Inclusão digital no meio rural brasileiro: limites e perspectivas. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 28, n. 1, p. 45-58, 2019.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2019.

TRENTIN, I. C. B.; WAQUIL, P. D. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação na agricultura familiar. Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba, v. 46, n. 2, p. 505-522, 2008.

CC BY 4.0
Attribution 4.0 International
Deed