

BUGRURAL:

Aplicando os princípios do Design Centrado no Humano (HCD) no desenvolvimento de uma solução para o manejo de pragas na agricultura

BUGRURAL:

Applying the principles of Human-Centered Design (HCD) in the development of a solution for pest management in agriculture

 José Ferreira Guedes Filho¹  Ricardo André Cavalcante de Souza²

Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, PE, Brasil 

Notas dos autores

Conflito de interesse: Os autores não declararam nenhum potencial conflito de interesse.

Autor correspondente: José Ferreira Guedes Filho
- joseguedes.dev@gmail.com

Cite como

American Psychological Association (APA)

Guedes Filho, J. F., & Souza, R. A. C. de. (2025, jan./jun.). BUGRURAL: Aplicando os princípios do Design Centrado no Humano (HCD) no desenvolvimento de uma solução para o manejo de pragas na agricultura.

Revista Inovação, Projetos e Tecnologias - IPTEC, São Paulo, 13(1), 1-18, 27579.
<https://doi.org/10.5585/2025.27579>

Resumo

As pragas de insetos representam um desafio significativo para a agricultura, resultando em perdas substanciais na produção global. Para mitigar esses impactos econômicos e ambientais, é essencial buscar soluções inovadoras que vão além do uso contínuo de pesticidas, o qual tem efeitos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. A agricultura de precisão, com suas ferramentas avançadas, oferece uma abordagem promissora para o monitoramento e controle eficaz de pragas. No entanto, o monitoramento tradicional, realizado manualmente, é muitas vezes ineficiente e propenso a erros. Este estudo explora a aplicação do Design Centrado no Humano (HCD) como uma metodologia inovadora para desenvolver soluções mais eficazes e centradas no usuário para o monitoramento de pragas. O HCD, que compreende as fases de inspiração, ideação e implementação, é particularmente adequado para criar soluções que atendam às necessidades reais dos usuários e sejam viáveis e desejáveis. A solução proposta é o BugRural, um protótipo de software que visa melhorar a precisão no monitoramento de pragas, utilizando tecnologias acessíveis e intuitivas. Este projeto representa uma inovação social digital que almeja impactar positivamente o setor agrícola, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU: ODS 2 (segurança alimentar e agricultura sustentável), ODS 3 (saúde e bem-estar), ODS 9 (infraestrutura sustentável e inovação), e ODS 12 (padrões de consumo e produção sustentáveis).

Palavras-chave: inovação, design centrado no humano, monitoramento de pragas, agricultura de precisão

¹ Mestrando em Informática Aplicada (UFRPE). joseguedes.dev@gmail.com

² Doutor em Ciência da Computação (UFPE). ricardo.souza@ufrpe.br

Abstract

Insect pests pose a significant challenge to agriculture, leading to substantial losses in global production. To address these economic and environmental impacts, innovative solutions are crucial, moving beyond the continuous use of pesticides, which has detrimental effects on health and the environment. Precision agriculture, with its advanced tools, offers a promising approach for effective pest monitoring and control. However, traditional manual monitoring is often inefficient and prone to errors. This study explores the application of Human-Centered Design (HCD) as an innovative methodology to develop more effective, user-centered solutions for pest monitoring. HCD, which involves the phases of inspiration, ideation, and implementation, is particularly suited for creating solutions that meet users' real needs and are both feasible and desirable. The proposed solution is BugRural, a software prototype aimed at enhancing the accuracy of pest monitoring using accessible and intuitive technologies. This project represents a digital social innovation intended to positively impact the agricultural sector, aligning with the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs): SDG 2 (food security and sustainable agriculture), SDG 3 (health and well-being), SDG 9 (sustainable infrastructure and innovation), and SDG 12 (sustainable consumption and production patterns).

Keywords: *innovation, human-centered design, pest monitoring, precision agriculture*

1 Introdução

As pragas de insetos representam um dos maiores desafios para a agricultura, causando perdas que podem chegar a 40% na produção agrícola global anualmente (Teixeira, 2022). Esses prejuízos não são uniformes em todas as culturas ou regiões, mas se destacam como uma preocupação crítica para produtores em locais com alta diversidade de pragas e condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento desses organismos. No estado de Pernambuco, região foco desta pesquisa, a agricultura enfrenta desafios significativos devido à presença de insetos alados, que incluem pragas como moscas-brancas (*Bemisia tabaci*), pulgões (*Aphididae*), broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) e cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*), conhecidos por atacar culturas de grande importância econômica como feijão, cana-de-açúcar e hortaliças. A prevenção eficaz dessas pragas é crucial para minimizar as perdas econômicas e preservar a integridade das colheitas. Contudo, a prática comum de combate por meio do uso intensivo de pesticidas resulta em consequências adversas para a saúde humana, o meio ambiente e os recursos naturais (Teixeira, 2022; Teixeira, 2014).

Neste cenário, a agricultura de precisão emerge como uma alternativa promissora, ao integrar ferramentas e tecnologias avançadas para monitorar as condições agrícolas, aumentando a renda dos agricultores, reduzindo custos de produção, melhorando a produtividade e diminuindo os impactos ambientais (Teixeira, 2022). Dentro desse contexto, a detecção de pragas é uma ferramenta indispensável, pois permite o monitoramento contínuo dos insetos, contribuindo para a detecção precoce e evitando o uso excessivo de pesticidas

(Karar *et al.*, 2021). Apesar dos avanços tecnológicos, o monitoramento de pragas é tradicionalmente realizado por meio da contagem manual de insetos em armadilhas, o que torna o processo laborioso, sujeito a erros e demorado (Lins, 2018).

Inovação, conforme definido por Baregheh *et al.* (2009), é um processo de múltiplas etapas em que organizações transformam ideias em produtos, serviços ou processos novos ou aprimorados, permitindo que avancem, compitam e se diferenciem no mercado (Oliveira *et al.*, 2021; Santos & Souza, 2019). Mulgan (2012) complementa essa definição ao introduzir o conceito de inovação social, que visa atender a necessidades sociais reconhecidas e criar novas relações ou colaborações sociais, beneficiando a sociedade e aumentando a capacidade de ação dos indivíduos. A inovação social digital (DSI), por sua vez, utiliza tecnologias digitais para cocriar soluções que atendam a necessidades sociais em larga escala (Santos & Souza, 2019).

No contexto agrícola de Pernambuco, a aplicação do Design Centrado no Humano, do inglês *Human-Centered Design* (HCD) – uma abordagem inovadora focada nas pessoas e na criatividade, pode ser particularmente eficaz. O HCD envolve as fases de inspiração, ideação e implementação, orientadas para a criação de soluções que respondam diretamente às necessidades dos usuários (IDEO, 2015; Ribeiro *et al.*, 2019). Essa metodologia facilita a cocriação de soluções inovadoras com foco no usuário, assegurando que as soluções desenvolvidas sejam verdadeiramente úteis e aplicáveis.

O presente estudo busca aplicar o HCD no desenvolvimento de uma inovação social voltada para a melhoria do monitoramento de pragas na agricultura em Pernambuco. A questão central que norteia este trabalho é: "Como podemos melhorar e agilizar a identificação da incidência de pragas em diferentes culturas utilizando tecnologias acessíveis e intuitivas para um público com pouco conhecimento técnico?". A solução proposta é o desenvolvimento de um protótipo de *software* denominado BugRural, destinado a prover meios eficientes para que agricultores monitorem pragas com maior precisão. Este trabalho é relevante ao alinhar-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), especificamente com os ODS 2, que visa acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e promover a agricultura sustentável; ODS 3, que busca assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; ODS 9, que incentiva a construção de infraestrutura resiliente, a promoção da industrialização inclusiva e sustentável, e a inovação; e ODS 12, que promove padrões de consumo e produção sustentáveis, ressaltando a importância da inovação tecnológica no setor agrícola para a sustentabilidade global.

Fundamentação teórica

O paradigma de desenvolvimento de soluções nas organizações do conhecimento está evoluindo de processos com foco exclusivamente econômico para processos que também consideram as necessidades sociais (Santos & Souza, 2019). As organizações devem criar um "valor misturado", satisfazendo diferentes stakeholders em termos de demandas empresariais e sociais (Emerson, 2003). Esse movimento reflete a necessidade de combinar objetivos econômicos e sociais, buscando capturar e entregar valor por meio de um processo de inovação bem executado, que se define como a implementação de novos ou significativamente melhorados produtos, serviços ou processos (Santos & Souza, 2019). Dentro dessa definição, encontra-se a inovação social, uma subárea que se refere a novos modos de criar e implementar mudanças sociais (van der Have & Rubalcaba, 2016), sendo um processo que visa a concepção, implementação e disseminação de novas políticas e práticas sociais para promover mudanças na organização social das pessoas com fins econômicos (Viñals & Rodríguez, 2013).

A inovação tornou-se fundamental nas discussões sobre competitividade e desenvolvimento econômico, abrangendo a concepção e implantação de mudanças relevantes em produtos, serviços, processos ou ações de marketing com o objetivo de melhorar os resultados e a competitividade das empresas (Ribeiro *et al.*, 2019). Uma subárea importante dessa discussão é a inovação social, que oferece uma visão alternativa de desenvolvimento urbano focada na satisfação das necessidades humanas por meio da inovação nas relações comunitárias e na governança (Moulaert *et al.*, 2007). As inovações sociais são novas ideias (produtos, serviços e modelos) que, simultaneamente, satisfazem necessidades sociais e criam novas relações ou colaborações sociais (Murray *et al.*, 2008). São inovações que beneficiam a sociedade ao mesmo tempo em que aumentam sua capacidade de ação.

A difusão de inovações sociais segue mecanismos que favorecem a replicação e a expansão dos resultados para outras comunidades. Essa transposição de experiências entre comunidades ou organizações é comum e facilitada por centros de inovação social, redes organizacionais e diferentes fóruns de discussão de ideias (Ribeiro *et al.*, 2019). Uma inovação social deve ser justa e sustentável tanto ambientalmente quanto economicamente, devendo focar na melhoria pública e não apenas em ambições privadas, visando aprimorar áreas como educação, cultura, saúde, justiça e meio ambiente (Oliveira *et al.*, 2021; Phills *et al.* 2008).

Com o avanço tecnológico, surge a necessidade de encontrar soluções que auxiliem na redução das desigualdades sociais e na preservação ambiental, contribuindo para a conservação da vida no planeta (Anastacio *et al.*, 2018). As tecnologias digitais ampliam a escalabilidade e

o alcance das inovações sociais, possibilitando a emergência do conceito de Inovação Social Digital (DSI). A DSI é uma forma de inovação social na qual inovadores, usuários e comunidades colaboram por meio de tecnologias digitais para cocriar conhecimento e soluções que atendam a uma ampla gama de necessidades sociais, em uma escala e velocidade antes inimagináveis (Bria *et al.*, 2015).

A busca por inovação leva as organizações a explorar possibilidades em outras áreas, acreditando que a agregação de novos conhecimentos pode criar ambientes mais propícios para ideias e oportunidades, resultando em melhores soluções para os problemas encontrados. O design é um exemplo dessa abordagem estratégica, sendo um instrumento multidisciplinar e integrador que se relaciona com diversas áreas organizacionais, como engenharia, marketing, administração, tecnologia e interação com os clientes (Ribeiro *et al.*, 2019). Em um mundo dominado por incertezas e múltiplas relações, é crucial descobrir metodologias e ferramentas que possam auxiliar no processo de adaptação. Surge, então, a metodologia do Design Thinking (DT). O DT é uma abordagem sistemática que combina praticabilidade, viabilidade e desejabilidade para desenvolver produtos, serviços e processos (Brown, 2018). Ele modifica a forma como os produtos, serviços e processos são desenvolvidos, utilizando a sensibilidade e os métodos dos designers para atender às necessidades das pessoas de maneira tecnologicamente viável e criando estratégias de negócios sustentáveis (Brown, 2018). Esse método integra raciocínios dedutivo, indutivo e abdutivo, permitindo testar hipóteses com base nas melhores informações disponíveis e fomentar insights criativos (Brown, 2018).

O Design Centrado no Humano (HCD) é uma extensão do DT, enfocando a inovação alinhada às necessidades, comportamentos e preferências humanas, envolvendo um processo dinâmico de aprendizado direto com as pessoas, mantendo-se aberto a possibilidades criativas, focando naquilo que é mais desejável, viável e praticável para os usuários, sendo um processo caracterizado por fases de divergência e convergência, alternando entre observações concretas e pensamentos abstratos, culminando na criação de soluções concretas (IDEO, 2015).

O HCD possui suas raízes em áreas como ergonomia, ciência da computação e inteligência artificial, e utiliza técnicas que enfatizam a comunicação, interação e envolvimento das pessoas para entender suas necessidades e experiências, indo além da percepção consciente dos próprios usuários (Giacomin, 2012). O processo de HCD é dividido em três etapas: Inspiração, Ideação e Implementação. Na fase de Inspiração, busca-se entender profundamente os problemas das pessoas em seus contextos; na Ideação, transformam-se essas necessidades concretas em insights gerais e modelos de sistemas; e na Implementação, desenvolve-se e monitora-se a solução para garantir seu sucesso (IDEO, 2015). Essas etapas não apenas guiam

o desenvolvimento de soluções centradas no ser humano, mas também asseguram que as inovações resultantes sejam realmente eficazes e aplicáveis. A abordagem HCD, além de ser amplamente aplicada na produção de inovações sociais, propõe um método enxuto para usar a criatividade na solução de problemas reais, garantindo que as soluções desenvolvidas atendam às necessidades reais das pessoas (Anastacio *et al.*, 2018; Liedtka *et al.*, 2017).

Nesse contexto, diversas pesquisas demonstram a eficácia dessas metodologias na solução de problemas complexos. Por exemplo, Ribeiro *et al.* (2019) utilizaram o HCD para desenvolver um aplicativo de alerta de alagamento em áreas urbanas, enquanto Karar *et al.* (2021) aplicaram o DT no desenvolvimento de um aplicativo móvel para reconhecimento de pragas agrícolas, combinando aprendizagem profunda e computação em nuvem. Tais estudos destacam a capacidade dessas metodologias em abordar desafios específicos, promovendo soluções inovadoras e centradas nos usuários.

Metodologia

No desenvolvimento deste trabalho, foi empregada a metodologia baseada no Design Centrado no Humano (HCD), conduzida por meio de etapas iterativas denominadas *sprints*, cada uma com um objetivo específico e duração de duas semanas para a sua conclusão, totalizando 12 semanas. Para se atingir os objetivos definidos, foram empregadas as ferramentas do *toolkit* do HCD desenvolvido pela IDEO (2015). A aplicação dessa metodologia buscou garantir que as soluções fossem alinhadas às necessidades reais dos usuários. O Quadro 1 ilustra as *sprints* executadas em cada etapa do processo HCD e as ferramentas utilizadas.

Quadro 1.

Resumo da Metodologia HCD Empregada

Etapa do HCD	<i>Sprint</i>	Ferramentas utilizadas
Inspiração	<i>Sprint</i> #1 – Descobrindo o desafio	• Desafio de Design • Mapa de Problemas • Pesquisa Desk
	<i>Sprint</i> #2 – Aprofundando o entendimento	• Usuários Comuns e Extremos • Ordenando Cartões • Mapa de Stakeholder • Personas • Inspiração Análoga • Mapa Mental
Ideação	<i>Sprint</i> #3 – Explorando insights	• Mapa da Empatia • Matriz de Avaliação de Valor • Cartões de Insights • Como Nós Podemos
	<i>Sprint</i> #4 – Gerando e avaliando ideias	• Sessão de Cocriação • Cardápio de Ideias • Combinando Ideias • Protótipo • Prova de Conceito
Implementação	<i>Sprint</i> #5 – Implementando a solução	• Matriz de Posicionamento • Critérios Norteadores • Jornada do Usuário • Piloto • Análise de Coorte
	<i>Sprint</i> #6 – Evoluindo a solução	• Canvas de Modelo de Negócio • Mínimo Produto Viável (MVP) • Pitch

Fonte: Autoria própria (2024).

A intervenção foi realizada no estado de Pernambuco, com foco na capital de Recife e em regiões rurais próximas onde a agricultura desempenha um papel socioeconômico fundamental. Participaram da pesquisa agricultores e técnicos da área com diferentes perfis, englobando desde pequenos produtores com baixa escolaridade a agricultores com formação de nível superior e técnicos com experiência em tecnologia, totalizando cerca de 20 usuários, sendo este número variável no decorrer de cada uma das etapas. Ressalta-se que todos os usuários foram entrevistados logo na primeira fase do processo seguindo um modelo de entrevista na forma de conversa, uma vez que buscava-se compreender suas histórias, dores e desejos com relação ao tema da pesquisa em andamento e em como ele afetava o seu dia a dia.

Resultados e discussão

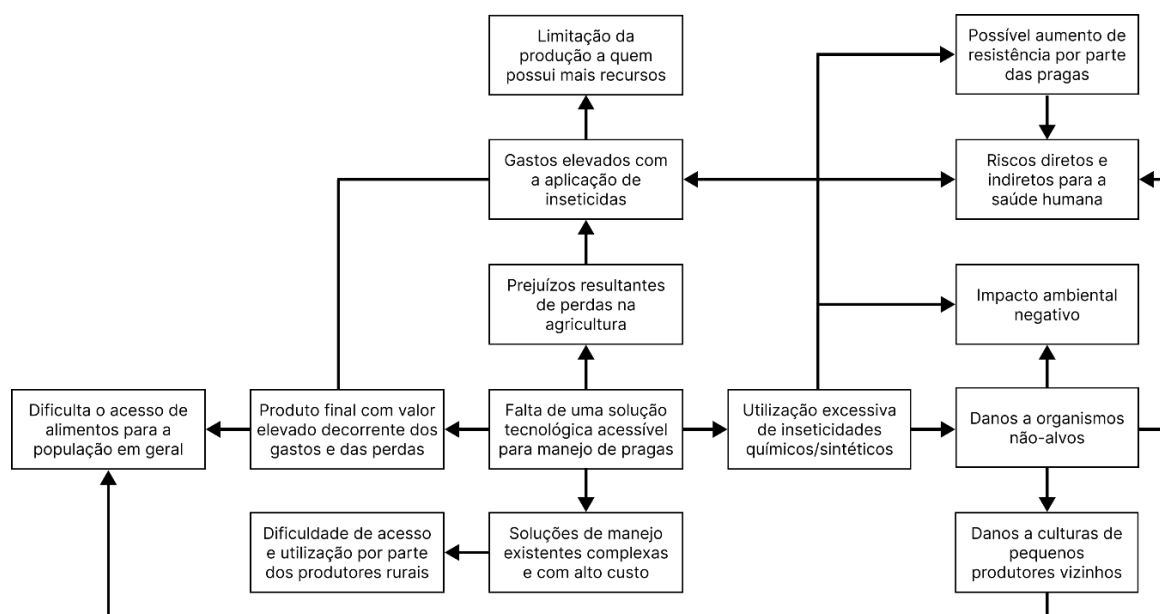
Como já mencionado, esta pesquisa foi desenvolvida desde a concepção do problema a ser solucionado até a implementação do sistema, seguindo as fases do *toolkit* HCD. Na primeira fase, denominada Inspiração, foram realizadas pesquisas de campo para coletar histórias que inspirassem a equipe. Na segunda fase, denominada Ideação, a equipe criou estruturas, identificou oportunidades, desenvolveu soluções e protótipos com base no feedback dos usuários. Finalmente, na fase de Implementação, iniciou-se o desenvolvimento da solução, incluindo sua modelagem, avaliação e planejamento da implementação.

Inspiração

A fase de inspiração é a base para todo o processo do HCD, pois permite um entendimento profundo do desafio enfrentado. Na *Sprint #1* (Descobrimos o desafio), buscou-se inicialmente entender o problema proposto, embasado no ODS 2, por meio de pesquisas em diferentes fontes, incluindo documentos de referência, especialistas, praticantes e outros interessados. Isso envolveu a utilização da Pesquisa Desk, que consistiu na coleta de informações relevantes de forma abrangente e sistemática em diversas fontes com o objetivo de aprofundamento e entendimento acerca do tema em estudo, o que resultou na identificação de diversos problemas decorrentes das pragas agrícolas, como perdas na produção, uso excessivo de inseticidas e produtos químicos, danos à saúde dos trabalhadores rurais, bem como a falta de tecnologias acessíveis para solucionar esses problemas.

Figura 1.

Mapa de Problemas



Fonte: Autoria própria (2024).

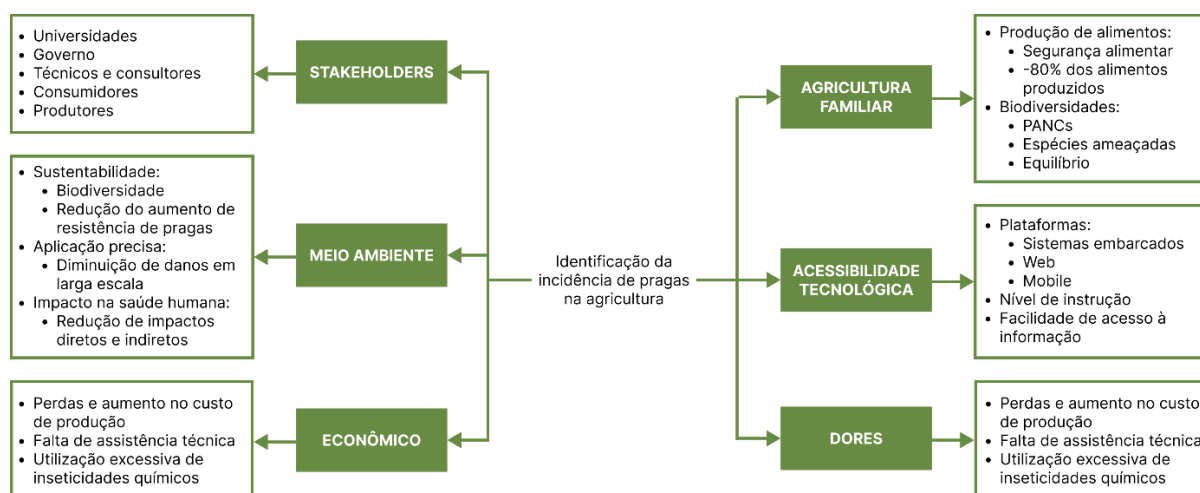
Esses dados coletados foram organizados em um Mapa de Problemas (Figura 1), que permitiu visualizar as interconexões e complexidades associadas aos desafios identificados. Esse mapeamento foi crucial para identificar um ponto central de origem dos problemas, sendo este problema central associado a um Desafio de Design que orientou todas as etapas subsequentes do projeto, sendo ele “Como podemos melhorar e agilizar a identificação da incidência de pragas em diferentes culturas utilizando tecnologias acessíveis e de fácil compreensão para um público com pouco conhecimento técnico?”. Estudos como o de Ribeiro *et al.* (2019) corroboram essa abordagem, destacando que o uso de ferramentas do HCD permite identificar soluções personalizadas para problemas complexos.

Na *Sprint #2* (Aprofundando o entendimento), a fase de inspiração continuou com uma abordagem mais imersiva. Por meio da ferramenta Usuários Comuns e Extremos, foram identificados vários de perfis de usuários, sendo esta uma etapa importante, pois a solução proposta deve atender a perspectivas de diferentes usuários. Paralelamente às entrevistas realizadas com os usuários, aplicou-se a ferramenta Ordenando Cartões, onde os possíveis usuários classificaram de forma ordenada os pontos significativos para uma solução voltada ao manejo de pragas agrícolas, como um processo mais rápido de identificação e notificação de sua presença, geralmente realizado de forma manual, o que resulta em ações tardias e compromete a produção. Além disso, ressaltou-se a necessidade de uma solução de fácil uso e

acessível. Com todos os dados levantados, foi elaborado um Mapa Mental (Figura 2) para organizar e estruturar as informações coletadas.

Figura 2.

Mapa Mental



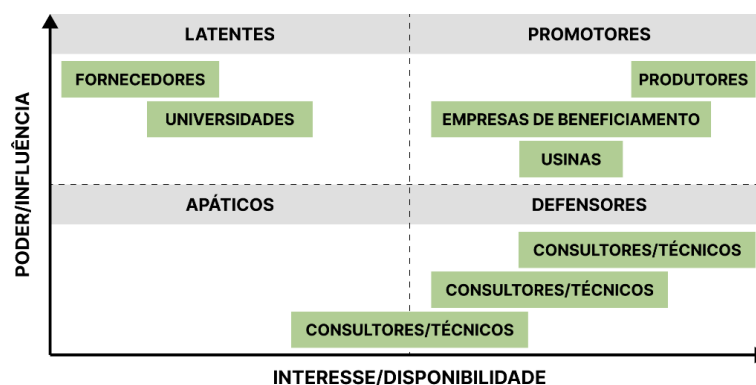
Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dessas informações, criou-se um conjunto de Personas para representar os principais perfis de usuários, sendo elas: (1) o pequeno agricultor com baixo acesso à tecnologia, que busca soluções simples e econômicas; (2) o agricultor tecnicamente capacitado, que utiliza ferramentas tecnológicas e busca maior precisão nas informações; (3) o consultor agrônomo, que assessora os agricultores e necessita de dados confiáveis para orientar suas recomendações; e (4) o gestor de empresas de beneficiamento, que monitora o impacto das pragas na qualidade e produtividade. A inclusão desses perfis permite que a solução atenda a um espectro mais amplo de necessidades e contextos, alinhando-se à metodologia descrita por IDEO (2015).

A ferramenta Mapa de Stakeholders (Figura 3) foi utilizada para categorizar os diferentes interessados no projeto. Os stakeholders latentes, como fornecedores e universidades, possuem interesse indireto, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e suporte acadêmico. Os promotores, incluindo produtores e empresas de beneficiamento de alimentos, possuem alto interesse e alta influência no uso das soluções propostas, uma vez que são diretamente impactados pelas pragas e seus efeitos na cadeia produtiva. Já os defensores, como consultores técnicos, órgãos governamentais e consumidores, são aliados fundamentais na promoção, regulamentação e adoção das soluções tecnológicas.

Figura 3.

Mapa de Stakeholders



Fonte: Autoria própria (2024).

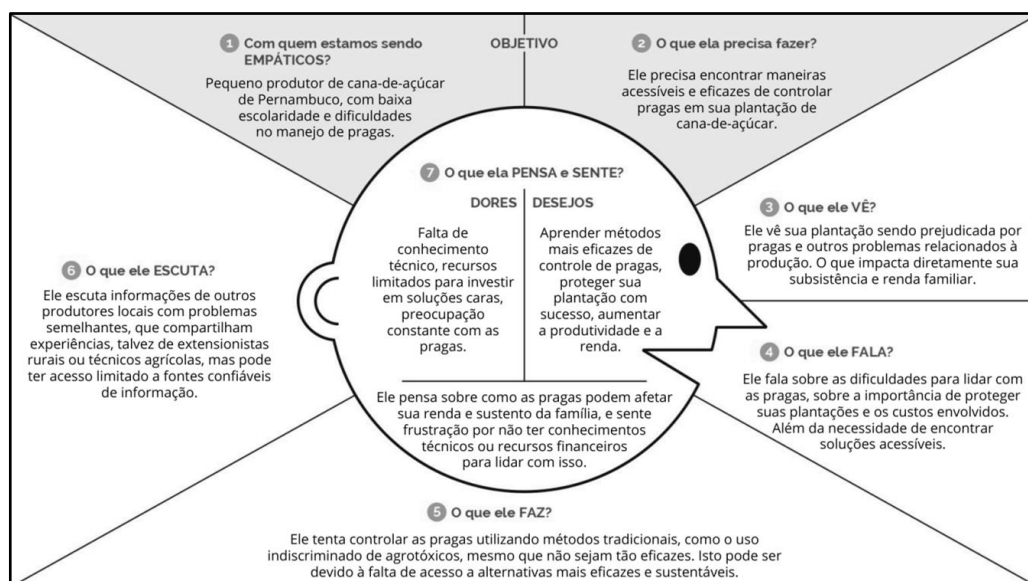
Além disso, a Inspiração Análoga foi utilizada para analisar boas práticas de soluções em outros contextos. Essa fase foi essencial para transformar dados brutos em insights significativos, estruturando o entendimento necessário para as próximas fases do HCD.

Ideação

A fase de ideação é onde a criatividade e a inovação são exploradas para gerar soluções potenciais. Na *Sprint* #3 (Explorando Insights), as informações coletadas durante a fase de Inspiração foram organizadas. A ferramenta Mapa da Empatia foi utilizada para visualizar as necessidades, expectativas, dores e desejos dos usuários com base em cada uma das Personas criadas. A Figura 4 exemplifica um dos mapas elaborados, sendo neste caso o que considera a persona de um pequeno produtor de cana-de-açúcar, uma das principais culturas produzidas no estado de Pernambuco.

Figura 4.

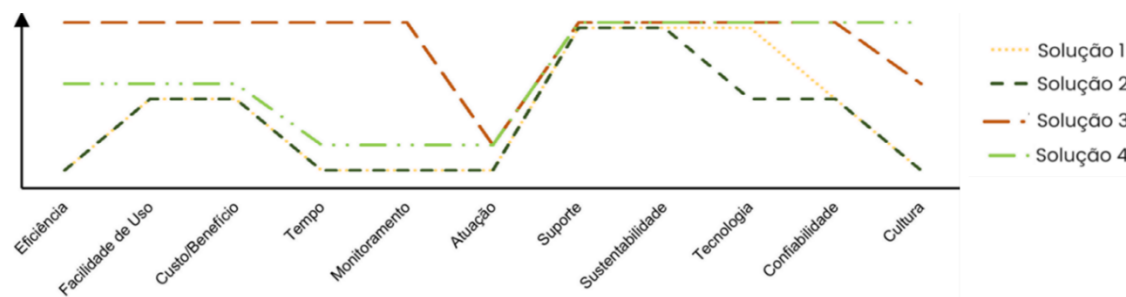
Exemplo de Um Mapa da Empatia Considerando-de um Pequeno Produtor de Cana-de-Açúcar



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 5.

Matriz de Avaliação de Valor



Fonte: Autoria própria (2024).

A Matriz de Avaliação de Valor (Figura 5) foi empregada para comparar a solução proposta com alternativas existentes, como armadilhas comerciais tradicionais. Esse processo permitiu identificar diferenciais competitivos da solução desenvolvida, como a integração com dispositivos IoT e a simplicidade de uso. Oliveira *et al.* (2021) discutem que soluções tecnológicas adaptadas ao contexto local têm maior potencial de impacto, especialmente quando consideram fatores como conectividade limitada. Os Cartões de Insights foram cruciais para sintetizar os achados da equipe e mapear oportunidades de inovação. A partir disso, foram formuladas perguntas com a metodologia Como Nós Podemos, como: "Como podemos oferecer uma solução eficiente e acessível para pequenos agricultores em áreas remotas?". Essa

abordagem ajudou a alinhar os objetivos do projeto com as necessidades reais dos usuários, conforme apontam Costa *et al.* (2021), que destacam a relevância de protótipos iterativos para refinar soluções com base nas necessidades identificados por meio desta metodologia.

Na *Sprint #4* (Gerando e Avaliando Ideias), o foco foi a geração e o refinamento de ideias. Uma Sessão de Cocriação foi realizada para incentivar a geração coletiva de ideias, com participação de usuários e stakeholders. Diversas ideias foram levantadas, destacando-se: utilização de aplicativos já existentes e intuitivos, como WhatsApp, para comunicar a presença de pragas; monitoramento em tempo real utilizando tecnologias de Internet das Coisas (IoT) e microcontroladores; identificação e contagem de pragas com técnicas de Inteligência Artificial (IA) e Visão Computacional (VC); alternativas de manejo diferentes do químico, como o manejo biológico; e criação de um aplicativo para monitoramento e alerta das pragas.

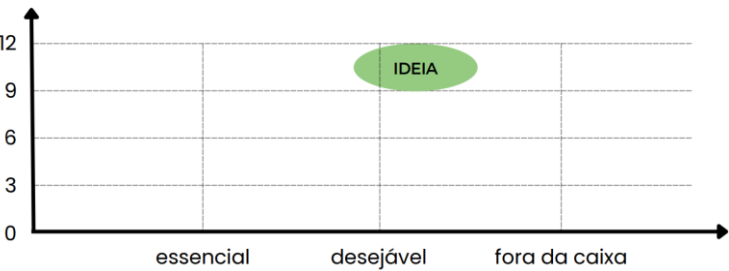
As ideias foram organizadas e refinadas de forma esquematizada com o Cardápio de Ideias, sendo em seguida aplicada a ferramenta Combinando Ideias, que serve para fazer combinações entre todas as ideias proposta de forma a criar soluções mais robustas e assertivas. A partir dessas etapas, foram desenvolvidos Protótipos iniciais da solução, que passaram por uma Prova de Conceito, sendo uma forma de avaliação inicial do protótipo. Posteriormente, os protótipos aprovados pela Prova de Conceito foram apresentados ao público-alvo para feedback, permitindo a seleção daqueles que eram mais promissores e identificação de possíveis melhorias. Esse processo iterativo de geração e avaliação permitiu o refinamento contínuo, garantindo que as ideias fossem viáveis e alinhadas às necessidades dos usuários.

Implementação

A fase de implementação é onde as ideias são transformadas em soluções concretas. Na *Sprint #5* (Implementando a Solução), o objetivo foi identificar a solução mais promissora e desenvolvê-la. Utilizam-se os Critérios Norteadores para definir os parâmetros de seleção da solução mais viável, baseando-se no feedback dos usuários. Os critérios escolhidos incluíram: (1) facilidade de uso; (2) utilização ou semelhança com ferramentas populares; (3) acessibilidade econômica; (4) acessibilidade de uso; (5) acessibilidade tecnológica; (6) identificação rápida e precisa de pragas; (7) acompanhamento em tempo real; (8) sustentabilidade; (9) colaboração; (10) treinamento e suporte técnico aos usuários; (11) escalabilidade; e (12) segurança. Com base nesses critérios, foi desenvolvida uma Matriz de Posicionamento (Figura 6), empregada para avaliar as ideias de acordo com sua viabilidade técnica e alinhamento com as necessidades dos usuários. Essa ferramenta permitiu identificar

uma solução prioritária que atendia aos critérios estabelecidos e estava dentro do desejável para uma solução.

Figura 6.
Matriz de Posicionamento



Fonte: Autoria própria (2024).

A solução foi então desenvolvida em uma versão piloto, com foco especial na experiência do usuário, utilizando a Jornada do Usuário (Figura 7) para mapear todas as interações. O piloto foi avaliado juntamente com agricultores de Pernambuco, proporcionando feedback sobre usabilidade e eficiência. A técnica de Análise de Coorte foi utilizada para agrupar os participantes com base em suas características e avaliar o desempenho da solução em diferentes cenários. Os resultados das avaliações iniciais foram promissores quanto as expectativas dos usuários, indicando algumas poucas melhorias, o que levou a novas etapas de desenvolvimento, buscando-se adaptar a solução ainda mais aos interesses dos usuários.

Figura 7.
Jornada do Usuário

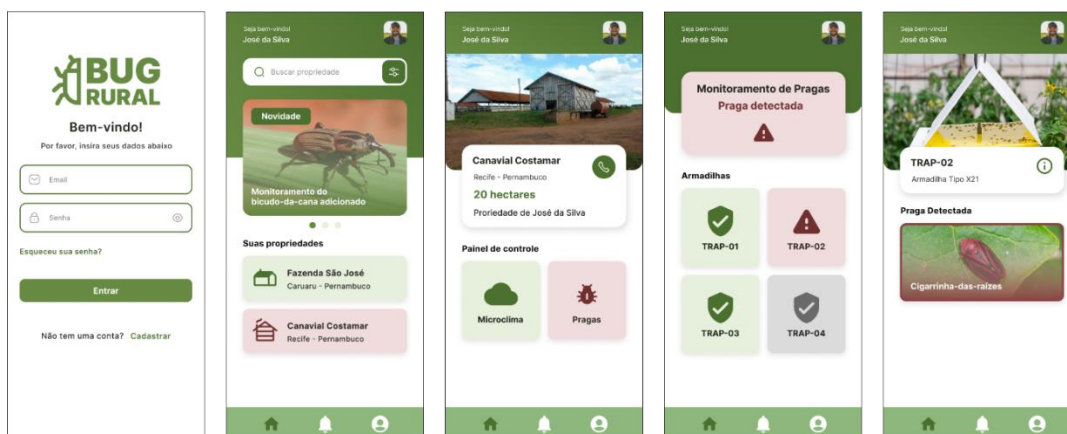
	CONHECIMENTO E CONSIDERAÇÃO	AQUISIÇÃO	UTILIZAÇÃO E RESULTADOS	UPGRADE	RECOMENDAÇÃO
AÇÕES	Toma conhecimento da solução e pondera sobre a sua utilização	Adquirir a solução e começa a utilizar	Utiliza a solução e se familiariza, obtendo os resultados iniciais	Tem retorno do investimento e decide fazer um upgrade de plano	Recomenda a solução para outros proprietários e produtores
PONTO DE INTERAÇÃO	Eventos, redes sociais, sites, venda direta, etc	A solução é entregue, instalada e seu uso é explicado	Acompanha a utilização da solução, dando suporte técnico	Canal direto de atendimento	Redes sociais, boca a boca, eventos, etc
SENTIMENTOS	Tem dúvidas sobre utilizar a solução, principalmente o custo-benefício	Pode inicialmente se sentir intimidado com todo o ferramental	Está mais habituado com a ferramenta, mas pode demorar e ver resultados	Começa a ter retorno e se sente feliz com seu investimento	Sente confiança na ferramenta e se sente confortável em indicá-la
EMOÇÕES					
AÇÕES DA EMPRESA	Focar em divulgar a solução ressaltando o seu potencial de retorno financeiro	Buscar formas de facilitar a utilização da solução pelo usuário	Acompanhar o uso inicial da ferramenta e mostrar seus possíveis ganhos	Buscar sempre indicar melhorias e acompanhar a evolução do cliente	Oferecer descontos ou promoções por indicação e buscar evoluir a solução

Fonte: Autoria própria (2024).

Na *Sprint #6* (Evoluindo a Solução), o foco foi na modelagem da estratégia e no lançamento da solução. A versão MVP (Produto Mínimo Viável) foi desenvolvida, intitulada BugRural, acomodando preferências dos usuários conforme a estratégia definida. A solução é uma combinação de *hardware* e *software*: uma armadilha eletrônica equipada com sensores e microcontroladores de baixo custo, integrados a uma câmera e programados com algoritmos de IA e VC para atrair, identificar e comunicar a presença de pragas para os produtores por meio de um aplicativo próprio. Devido ao tempo limitado, o *hardware* não foi completamente desenvolvido, mas uma versão inicial do aplicativo (Figura 8) foi disponibilizada aos usuários.

Figura 8.

MVP do Aplicativo BugRural



Fonte: Autoria própria (2024).

Utilizou-se o Canvas de Modelo de Negócio para desenhar o modelo de sustentabilidade da solução, garantindo sua viabilidade a longo prazo. Finalmente, uma apresentação no formato de Pitch foi elaborada para comunicar os valores entregues pela solução desenvolvida aos stakeholders relevantes. Essa fase finalizou o processo de HCD, assegurando que a solução fosse funcional, sustentável e alinhada às expectativas dos usuários.

Considerações finais

O estudo demonstrou que a aplicação do Design Centrado no Humano (HCD) no desenvolvimento de soluções para o monitoramento de pragas agrícolas pode gerar inovações significativas e eficazes. A metodologia HCD, com suas fases de inspiração, ideação e implementação, possibilitou uma compreensão profunda das necessidades e desafios enfrentados pelos produtores rurais, resultando na criação do protótipo intitulado BugRural.

Esse protótipo integra tecnologias acessíveis, como sensores e microcontroladores de baixo custo, com técnicas avançadas de Inteligência Artificial e Visão Computacional, oferecendo uma solução de monitoramento de pragas que é ao mesmo tempo intuitiva e eficiente.

A abordagem de cocriação, aliada à ênfase na praticidade e usabilidade, assegurou que a solução estivesse diretamente alinhada com as necessidades reais dos usuários e com os ODS da ONU, especificamente em relação à promoção da segurança alimentar, saúde, inovação sustentável e produção responsável. A implementação do BugRural tem o potencial de transformar a gestão de pragas na agricultura, ao reduzir o uso de pesticidas e contribuir para a sustentabilidade ambiental. Essa inovação não só otimiza os recursos no campo como também mitiga os impactos ambientais, atendendo a demandas crescentes por práticas agrícolas mais sustentáveis. No entanto, a continuidade do desenvolvimento e a validação em campo serão cruciais para refinar a solução e garantir sua eficácia em diferentes contextos agrícolas. Além disso, a escalabilidade da solução para atender a uma variedade de culturas e cenários também precisa ser considerada no futuro. O projeto não apenas apresenta uma solução inovadora para um problema significativo, mas também reforça o valor do HCD como um processo eficaz para a criação de soluções que respondem de forma prática e assertiva às necessidades dos usuários.

Referências

- Anastacio, M. R., Cruz Filho, P. R., & Marins, J. (2018). Social e Inovação Social no Contexto Brasileiro. Curitiba: *PUCPRESS Editora Universitária Champagnat*.
- Baregheh, A., Rowley, J., & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management decision*, 47(8), 1323-1339.
<https://doi.org/10.1108/00251740910984578>
- Bria, F., Gascó, M., Baeck, P., Halpin, H., Almirall, E., & Kresin, F. (2015). Growing a Digital Social Innovation System for Europe. *DSI Final Report*.
- Brown, T. (2018). *Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Alta Books Editora.
- Costa, A. M. de, Silva, H. C. J. de, Lima, T. B. de, Silva Neto, V. A. de, & Souza, R. A. C. de. (2021). Aplicação do Design Centrado em Humano para o desenvolvimento de

- uma solução para dar transparência nos gastos em obras públicas. *Revista dos Mestrados Profissionais*, 10(2), 205. <https://doi.org/10.51359/2317-0115.2021.252729>
- Emerson, J. (2003). The blended value proposition: Integrating social and nancial returns. *California Management Review*, 45(4): 35–51. <https://doi.org/10.2307/41166187>
- Giacomin, J. (2012). What is human centred design? In *X Congresso brasileiro de pesquisa em design* (pp. 148–161). EDUFMA.
- IDEO. (2015). The Field Guide to Human-Centered Design. Design Kit. <https://www.designkit.org/resources/1.html>
- Karar, M. E., Alsunaydi, F., Albusaymi, S., & Alotaibi, S. (2021). A new mobile application of agricultural pests recognition using deep learning in cloud computing system. *Alexandria Engineering Journal*, 60(5), 4423–4432. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.03.009>
- Lins, E. A. (2018). *Uma metodologia de contagem e classificação de afídeos utilizando visão computacional* [Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade de Passo Fundo]. <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1505>
- Liedtka, J., Salzman, R., & Azer, D. (2017). *Design thinking for the greater good: Innovation in the social sector*. Columbia University Press.
- Moulaert, F., Martinelli, F., González, S., & Swyngedouw, E. (2007). Introduction: Social Innovation and Governance in European Cities. *European Urban and Regional Studies*, 14(3), 195–209. <https://doi.org/10.1177/0969776407077737>
- Murray, R., Mulgan, G., & Caulier-Grice, J. (2008). *How to Innovate: The Tools for Social Innovation*. London, The Young Foundation. <https://yftest.bronzesilvergold.co.uk/our-work/publications/how-to-innovate-the-tools-for-social-innovation-2/>

- Mulgan, G. (2012). Social innovation theories: Can theory catch up with practice?. In Franz, H. W., Hochgerner, J., Howaldt, J. (Eds.), *Challenge social innovation* (pp. 19-42). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32879-4_2
- Oliveira, K. K. S., Silva Ferreira, A., Santana, J. R., Bandeira Teixeira, V., & Cavalcante Souza, R. A. (2021). Plataforma Eco+: habilitando o comportamento ecossustentável das pessoas. *Gestão org*, 18(2), 148. <https://doi.org/10.51359/1679-1827.2020.249165>
- ONU. Organização da Nações Unidas. (2015). *Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>
- Phills Jr., J. A., Deiglmeier, K., & Miller, D. T. (2008). Rediscovering Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 6(4), 34–43. <https://doi.org/10.48558/GBJY-GJ47>
- Ribeiro, G. C., Oliveira, R. F. F. de, Alencar, G. A., & Souza, R. A. C. de. (2019). Desenvolvimento de um aplicativo de alerta de alagamento utilizando os métodos do toolkit HCD. *Boletim do Tempo Presente*, 1(12). <https://periodicos.ufs.br/tempopresente/article/view/11129>
- Santos, J. F. de, & Souza, R. A. C. de. (2019). Processo de design orientado à inovação social. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 11(3), 110–121. <https://doi.org/10.5335/rbca.v11i3.9007>
- Teixeira, A. C. C. (2022). *Automatic insect count in trap images using deep learning* [Dissertação, Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro]. <http://hdl.handle.net/10348/11437>
- Teixeira, F. (2014). *Utilização de Pesticidas Agrícolas*. ACT. https://pagina.arbcas.pt/images/Fitofarmaceuticos/Guia_Pratico_Utilizacao_Pesticidas_Agricolas.pdf

van der Have, R. P., & Rubalcaba, L. (2016). Social innovation research: An emerging area of innovation studies? *Research Policy*, 45(9), 1923–1935.

<https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.06.010>

Viñals, C. R., & Rodríguez, C. P. (2013). Social Innovation: New Forms of Organisation in Knowledge-Based Societies. Routledge/Lisbon, Civic Forum Studies in Innovation, Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203082874>