

Avaliação da Usabilidade e Experiência do Usuário do kit Plantinha IoT

Carlos E. A. Feitosa¹, Ana B. V. Martins¹, F. Diogo Gaspar¹, Nailly Santos¹,
Petruccio Filho¹, Ingrid T. Monteiro¹, Marcelo Martins da Silva¹

¹Campus Quixadá – Universidade Federal do Ceará
Quixadá – CE – Brazil

{eduardoalmeida8246,beatrizvasconcelos,diogo-gaspar,naillyos,petruciofilho}@alu.ufc.br

{ingrid, mmartins}@ufc.br

Abstract. *IoT devices autonomously exchange useful information between different real-world devices. Areas such as hospitals, retail and agriculture use this technology. The HCI evaluation competition in 2023 motivates the participation of HCI students, professors and professionals to use theoretical knowledge related to the area of method to evaluate the interaction with IoT devices. Hence, this study evaluated Plantinha IoT, a smart vase with a mobile application. Techniques used: usability test with post-test interaction, user diary and heuristic evaluation with specific heuristics for ubiquitous systems. The results indicated connection problems, sensors accuracy and data inputs, synchronization, invisibility and transparency, and even the way that data is presented in the mobile application.*

Resumo. *Dispositivos IoT trocam de forma autônoma informações úteis entre diferentes dispositivos do mundo real. Áreas como saúde, varejo e agricultura usam essa tecnologia. A competição de avaliação de IHC em 2023 motiva a participação de estudantes, docentes e profissionais de IHC a utilizarem conhecimentos teóricos para avaliar a interação com dispositivos IoT. Neste estudo, optamos por avaliar o kit Plantinha IoT, um vaso inteligente com um aplicativo para celular. Técnicas utilizadas: teste de usabilidade com questionário pós-teste, diário de usuário e avaliação heurística com as heurísticas específicas para sistemas ubíquos. Os resultados indicaram problemas de conexão, de precisão dos sensores e entradas de dados, sincronização, invisibilidade e transparência, e até mesmo a maneira como os dados são apresentados no aplicativo.*

1. Introdução

A tecnologia ubíqua propõe contribuir com as pessoas no cumprimento não somente de exigências profissionais, mas também tarefas do dia a dia [Carvalho 2019]. Weiser idealizou esse paradigma quando conceituou uma tecnologia capaz de estar presente na vida do usuário de maneira que ela fizesse parte do cotidiano dele naturalmente [Weiser 1994]. Assim, as ideias de conectividade, pervasividade e disponibilidade levaram ao que é conhecido hoje como Internet das Coisas (IoT), isto é, um conjunto de itens inteligentes que utilizamos no nosso cotidiano e estão conectados à internet para oferecer aplicações mais pertinentes [Carvalho 2019].

A ideia básica da IoT é permitir a troca autônoma de informações úteis entre diferentes dispositivos do mundo real invisivelmente incorporados e identificáveis de maneira única ao nosso redor para qualquer plataforma virtual existente na infraestrutura da internet [Farooq et al. 2015]. Dessa forma, os sensores dos dispositivos IoT desempenham um papel muito importante, visto

que eles coletam dados do ambiente, tornando-se necessário capacitar os computadores para coletar informações de maneira independente, simulando sentidos como a visão e audição. [Lourengo 2020].

Na avaliação da Experiência do Usuário (UX) em dispositivos IoT, há desafios decorrentes da natureza multiplataforma das interações, bem como da interconexão entre dispositivos, serviços e usuários [de Santana et al. 2017, Almeida et al. 2020, Furtado et al. 2017]. É preciso, portanto, considerar suas características peculiares na avaliação da UX nos dispositivos IoT [Almeida et al. 2020]. Na Interação Humano-Computador (IHC), existem métodos tradicionais de avaliação que funcionam bem para esses dispositivos, e outros métodos que foram feitos para abordar suas características específicas, como a avaliação heurística com heurísticas específicas para dispositivos ubíquos e IoT [Rocha 2017]. Há também o CHASE [Almeida et al. 2020], um checklist para facilitar a avaliação da UX em cenários IoT.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a usabilidade e experiência do usuário (UX) do Kit Plantinha IoT¹, da marca MarkerHero, uma empresa brasileira que se destaca pela aplicação da cultura *maker*, com a combinação de eletrônica e impressão 3D em seus produtos. O vaso IoT é projetado para auxiliar no cuidado das plantas. Por ser baseado em internet das coisas, monitora a saúde das plantas a partir de três sensores que mensuram temperatura, luminosidade e umidade do solo. As necessidades da planta são apresentadas em um *display* LCD com mensagens específicas para cada uma delas. Para avaliar a usabilidade e a experiência de usuário do kit, foram adotados os métodos: teste de usabilidade com questionário pós-teste, diário de usuário [Lazar et al. 2017] e avaliação heurística com as heurísticas de [Rocha 2017] (Hubis). Combinando esses métodos, foi possível obter uma compreensão abrangente sobre a usabilidade e a experiência do usuário ao interagir com o vaso inteligente.

2. Plantinha IoT

O kit Plantinha IoT é composto por um vaso de plantas, baseado em Internet das Coisas em conjunto com um aplicativo. O vaso, através de sensores de temperatura, luminosidade e umidade, em conjunto com o módulo de *WiFi ESP8266 NodeMCU*², busca auxiliar os seus usuários no cuidado com o cultivo de plantas. A ideia geral por trás do kit é comunicar as condições da planta, simulando seus possíveis sentimentos. Essas condições são influenciadas por fatores ambientais externos (luminosidade e temperatura) e internos (umidade do solo). O vaso e as reações podem ser vistos na Figura 1

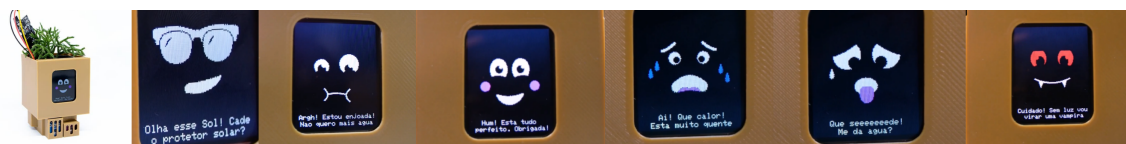


Figura 1. Plantinha IoT - Protótipo Avaliado. Fonte: MarkHero.

O sensor de umidade do solo é utilizado para auxiliar na rega adequada, o sensor de temperatura busca informar sobre um clima adequado e, por fim, o sensor de luminosidade informa ao usuário quando ajustes na iluminação são necessários. Um *display* LCD TFT 1,8 mostra informações como umidade do solo, temperatura, luminosidade e condição geral da planta.

¹<https://www.markerhero.com/produto/kit-plantinha-IoT/>

²O módulo Wifi ESP8266 NodeMCU é uma placa de desenvolvimento que combina o chip ESP8266, uma interface usb-serial e um regulador de tensão 3.3V. A programação pode ser feita usando LUA ou a IDE do Arduino, utilizando a comunicação via cabo micro-usb". Fonte: <https://www.markerhero.com/produto/modulo-wifi-esp8266-nodemcu-esp-12/>.

Através do aplicativo móvel *BlynkIoT*³ o usuário pode monitorar o vaso inteligente à distância, proporcionando, teoricamente, um maior controle do estado da planta. Por meio do display LCD é possível visualizar o estado da planta, sempre representado por uma "carinha" e uma frase. Por exemplo, quando a umidade do solo está baixa, aparece um rosto com aspecto esbaforido, com a "língua de fora" e com a frase "Que seeeeeede! Me dá água?". São, ao todo, sete possibilidades de reações.

Para além do suporte ao cultivo de plantas, o kit Plantinha IoT procura proporcionar àqueles que adquirem o produto, de forma prática, conhecimentos referentes à programação em Arduino e nas linguagens C/C++, a manipulação de sensores, exploração de conceitos de projetos que envolvam sistemas IoT e técnicas de solda de circuitos eletrônicos.

3. Metodologia

A Figura 2 apresenta a metodologia adotada neste estudo. Ela foi dividida em cinco etapas e serão explicadas mais detalhadamente nas próximas seções. A última etapa é apresentada na seção 4 (Resultados e discussões).



Figura 2. Metodologia da avaliação do kit Plantinha IoT

3.1. Instalação e configuração do kit

Para a realização das avaliações, houve uma configuração inicial do vaso IoT (Figura 3). A configuração se deu primeiramente no *hardware* com o encaixe do sensor de luminosidade alocado no pé direito e o sensor de pressão no pé esquerdo do vaso. O *display* foi encaixado na parte central da frente do vaso, enquanto a placa de controle foi alocada na parte interna. As conexões foram feitas com o auxílio de *jumper*s. Para alocar no vaso, foi adicionada uma tampa para que o circuito fosse coberto, e em seguida foi adicionado um recipiente com a planta selecionada.

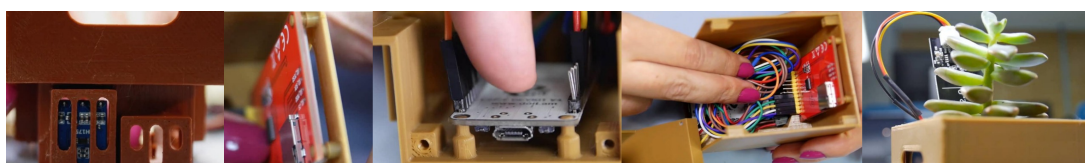


Figura 3. Processo de configuração inicial do vaso.

A nível de configuração de software, o código é disponibilizado para ser ajustado na plataforma arduino onde são configurados o *Wi-Fi* e o tipo de planta a ser monitorado. São disponíveis até 5 tipos de configuração para monitoramento das plantas, que são: Suculentas, Cactos, Rosas, Begônias e Espada de São Jorge. Para as avaliações nesse estudo, o kit foi configurado para Suculentas.

Foram, então, escolhidos três métodos para avaliar o kit Plantinha IoT: a Avaliação Heurística; o Diário de usuário e o Teste de Usabilidade, seguido de um questionário.

³https://play.google.com/store/apps/details?id=cloud.blynk&hl=pt_BR&gl=US

O objetivo geral é apresentar o que cada método identifica de problemas de usabilidade e experiência do usuário no produto. Além disso, para garantir a realização dos estudos envolvendo usuários, foram observadas as preocupações éticas, seguindo as diretrizes da Resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS)⁴, com a apresentação e assinatura do termo de consentimento.

3.2. Avaliação Heurística

A avaliação heurística foi escolhida pela necessidade, entendida pelo grupo, de ter uma visão geral sobre o dispositivo, almejando adquirir uma maior compreensão do objeto em análise, antes de iniciar os testes com os usuários.

Para esta avaliação, considerou-se as 15 heurísticas de [Rocha 2017]. Destas, 10 são inspiradas nas heurísticas de Nielsen (com os mesmos nomes) e 5 são específicas para o contexto de sistemas ubíquos. São elas: HU11 - Mobilidade e dispositivos, HU12 - Privacidade e segurança, HU13 - Invisibilidade e transparência, HU14 - Consciência de contexto e interfaces adaptativas e HU15 - Sensores e entrada de dados.

Houve a participação de 5 avaliadores, um utilizou o sistema iOS, e o restante o Android. Todos os avaliadores possuíam experiência com Avaliação Heurística e a inspeção foi realizada por cada um em um período mínimo de três dias.

Para guiar a avaliação heurística, foram definidas um conjunto de sete tarefas a serem cumpridas: T1 - Verificação de condições ideais; T2 - Atendimento à sede da planta; T3 - Evitar excesso de água; T4 - Reagir ao calor; T5 - Reagir ao frio; T6 - Lidar com a falta de luz e T7 - Reduzir a luz excessiva. As mesmas tarefas foram adotadas no Diário de usuário e no Teste de usabilidade.

3.3. Diário de Usuário

Durante a avaliação heurística, percebeu-se a necessidade de registrar as observações, obtidas pelos pesquisadores, de forma mais estruturada. Isto posto, foi adotado como técnica de registro o Diário de Usuário [Preece et al. 1994], um método de pesquisa qualitativa, normalmente utilizado para coletar atividades, experiências e dados comportamentais do usuário ao longo do tempo⁵. Neste trabalho — de forma inabitual — o diário foi utilizado para registrar as experiências e descobertas de dois dos pesquisadores, enquanto esses realizavam a avaliação do Kit Plantinha IoT.

De início, definiu-se o tipo de diário que seria utilizado, um conjunto de anotações diárias, com duração de quatro dias, contendo — essencialmente — as seguintes informações: as ações realizadas; a hora de realização; o estado inicial informado pelo visor LCD; o estado posterior à ação, tendo ou não alguma alteração. Os registros foram feitos em papel, além de *prints* da interface do aplicativo *BlynkIoT*. Ao final das etapas de avaliação, ocorreu uma síntese das informações registradas pelos dois pesquisadores evidenciando problemas de usabilidade durante a utilização do produto.

3.4. Teste de Usabilidade

O teste de usabilidade, normalmente utilizado para alcançar resultados quantitativos, foi, neste trabalho, utilizado com uma abordagem qualitativa. O objetivo estabelecido foi avaliar a usabilidade do vaso, mais especificamente a facilidade de aprendizagem, a partir do *feedback* na tela

⁴<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>

⁵<http://vidadeproduto.com.br/diario-de-uso/>

de LCD e das informações no aplicativo. Os usuários-alvo foram pessoas com idade acima de 18 anos, que cuidam de plantas e se preocupam com a saúde delas. As métricas consideradas para a execução do teste foram: (i) quantidade de tempo para realizar a tarefa; (ii) número de vezes que o usuário solicitou ajuda; e (iii) quantas tarefas foram completadas.

O planejamento e a execução do teste seguiram o seguinte roteiro: inicialmente, os pesquisadores se apresentaram para os participantes. Depois, eles explicaram a proposta do vaso inteligente e do aplicativo *BlinkIoT*, e o objetivo do teste. Em seguida, foi feita a leitura do Termo de Consentimento⁶ junto com os participantes, e eles assinaram o termo. Após isso, o teste foi aplicado, e por último, os participantes responderam um questionário pós-teste.

O teste de usabilidade foi realizado com 10 pessoas, 8 homens e 2 mulheres. Eles foram convidados por conveniência, e cada participante teve que realizar as mesmas tarefas propostas para a avaliação heurística. Para o teste, o aplicativo *BlinkIoT* foi instalado no próprio aparelho dos participantes, sendo 7 Android e 3 IOS. Nas configurações de rede do vaso inteligente utilizou-se o roteador do próprio celular nos testes. A duração do teste ocorreu em torno de 30 a 40 minutos, dependendo de como a planta reagia.

Depois do teste, foi disponibilizado um questionário pós-teste de forma online, pela plataforma do *Google Forms*, para coletar as percepções dos usuários a respeito do produto, que poderia ser respondido posteriormente. No questionário foram feitas dez perguntas voltadas às impressões, facilidades e desafios na experiência com o kit.

4. Resultados e discussões

4.1. Aplicação da Avaliação Heurística

Houve um total de 31 problemas de usabilidade identificados, tanto nos sensores, quanto no LCD e aplicativo. 16 desses problemas reportados mencionaram falhas no vaso (sensores e LCD) enquanto 15 mencionaram o aplicativo e 5 apenas os sensores. As heurísticas mais recorrentes foram HU1 (Visibilidade do status do sistema), HU3 (Controle e liberdade do usuário), HU13 (Invisibilidade e Transparência) e HU15 (Sensores e entradas de dados). O relato de todos os problemas pode ser encontrado no documento complementar⁷

Um dos principais motivos de violação da HU1 foi devido à falta de informação sobre quais são os padrões ideais de luminosidade, umidade e temperatura. Outro fator que contribuiu foi que ao suprir uma necessidade da planta, o visor LCD muda a mensagem para o próximo problema a ser resolvido, não dando nenhum *feedback* ao usuário se a necessidade anterior foi suprida devidamente, o que pode confundir o usuário. Isso poderia ser solucionado com uma simples mensagem de "Obrigado!". Já a violação da HU3 se deu porque o usuário não consegue ter total controle sobre os efeitos gerados. Devido a falta de informações (sinalizações) e instabilidade de alguns sensores (umidade), as ações do usuário não conseguem ser totalmente livres, o que dificulta, por exemplo, a retomada de valores anteriores, pois é difícil saber quais condições levaram a eles.

A justificativa do HU13 é porque seus componentes computacionais estavam expostos, seu sensor de umidade é espetado na terra. E por fim, a frequência da violação do HU15 se deu porque seus sensores eram instáveis, o que faziam com que os usuários não confiassem no que era apresentado no aplicativo. Por exemplo, o sensor de umidade tem alcance local limitado. O sensor

⁶<https://encurtador.com.br/kyBNX>

⁷<https://encurtador.com.br/fFLOR>

não detecta a umidade total da terra, isso faz com que os dados sejam constantemente alterados, não possuindo exatidão na medição. Esse problema pode levar o usuário a interpretações errôneas do estado da planta, visto que a leitura da umidade é facilmente alterada por conta do sensor, dificultando alcançar o seu estado ideal.

4.2. Diário de Usuário

O estudo de diário durou 4 dias para cada participantes. Ambos realizaram as avaliações em sistemas *Android*. P1 fez uso apenas de papel para registrar as suas observações, enquanto P2 utilizou papel e *prints* da interface do aplicativo⁸.

As atividades cumpridas para gerar as anotações foram reutilizadas da avaliação heurística. De modo geral, os resultados obtidos foram negativos. P1 relatou ter dificuldades em acessar o aplicativo Blynk IoT, inicialmente tentou conectar a rede *wi-fi* manualmente, clicando no botão "*connect manually*" e, mesmo já estando conectado, a resposta devolvida foi "conexão falhou, tente conectar manualmente.". P2, ao fazer a atividade, não detectou problemas ao acessar o app, pois ambas as interfaces — do app e do vaso — responderam de maneira adequada. P1 destaca ainda que a conexão com a rede *wi-fi* é confusa e que, devido a isso, pensou que os problemas de conectividade poderiam estar ligadas ao *hardware* do Kit, trocando partes como o cabo USB, a fonte de energia e o notebook.

Eventualmente, P1 conseguiu acessar o aplicativo e sincronizá-lo com o vaso, aparecendo no visor LCD a mensagem "Que seeeeeede! Me dá água?", olhando as informações do app, a umidade estava em 36%, apresentando condições ideais para a atividade 2. Ao tentar cumpri-la, P1 adicionou pequenas quantidades de água, fazendo a umidade alcançar 52%. A mensagem emitida no LCD, como resposta, foi "Ai! Que calor! está muito quente". P2, ao deparar-se com situação semelhante — umidade inicial de 35% — adicionou água, fazendo a porcentagem chegar em 62%, tendo como resposta no LCD a frase "Argh! Estou enjoada! não quero mais água".

P1, ao deparar-se com o aviso de calor, tentou amenizar a temperatura — que encontrava-se em 35% — adicionando mais água. Contudo, P1 recebeu como resposta "Argh! Estou enjoada! não quero mais água". Chegou-se a conclusão que a temperatura não é afetada pela adição, ou não, de água no substrato. O aviso de calor tornou a aparecer após a umidade do solo reduzir. P1 relata não ter conseguido resolver o problema com a temperatura, mesmo tendo passado horas desde que o aviso fora emitido, não sabendo como deixá-la em estado ideal.

P2, com a planta nas condições ideais, iniciou a terceira tarefa. Foram feitas alterações no local do sensor de umidade, o que acarretou em mudanças na porcentagem apresentada pelo aplicativo. P2 concluiu que quanto mais fundo o sensor é colocado no substrato, maior é a taxa de umidade detectada, que pode ser ocasionada pelo acúmulo de água na base da planta. Notou-se, também, que a umidade parece estar ideal quando alcança níveis entre 40% e 59%.

P1 e P2, ao estarem em locais escuros ou de baixa luminosidade — cerca de 470lx no medidor do aplicativo — receberam o aviso de "Cuidado! Sem luz vou virar uma vampira", dessa forma iniciaram a tarefa 6. Para solucionar o problema, ambos posicionaram o sensor de luminosidade em direção a uma fonte de luz, o que acarretou em mudanças na porcentagem. Em alguns momentos, a luminosidade alcançou o seu ápice (9999lx), todavia o LCD permaneceu inalterado nos dois casos, quando, na verdade, deveria apresentar "Olha esse Sol! Cadê o protetor solar?".

⁸https://drive.google.com/drive/folders/1gAM8QkNQjwkb0FJ9VIqL09Eju4AH8Ka_?usp=sharing

A respeito da atividade 1, P1 não foi capaz de concluí-la, pois não conseguiu tornar todas as necessidades equilibradas. Por outro lado, P2 conseguiu realizá-la com sucesso, tendo como resposta do vaso a mensagem "Hum! está tudo perfeito. Obrigada!". É importante relatar que P1, após a conclusão da atividade, aumentou a quantidade de luz, chegando a 9999lx — através de meios artificiais — com o objetivo de alcançar a mensagem "Olha esse Sol! Cadê o protetor solar?". Entretanto, a mensagem exibida no LCD não foi alterada e permaneceu indicando que todas as características estavam ideais.

Foram registradas, ao todo, 57 observações, revelando cinco principais problemas observados. A **ausência de mensagens de ajuda**, prevenções de erro, dicas ou informações complementares ao humor da planta dificultou a capacidade do usuário de atender às necessidades da planta de forma eficaz. Além disso, a **ausência de feedback positivo** ao mitigar alguma das necessidades da planta resultou em uma experiência menos satisfatória, pois o usuário não recebia confirmação de sucesso em suas ações.

Outro problema significativo foi a **instabilidade no sensor de umidade**, que ocasionalmente parecia estar descalibrado, levando a uma coleta e visualização de dados duvidosos. Ademais, as **dificuldades na sincronização** do aplicativo BlynkIoT com o vaso do kit complicaram a utilização do produto, gerando uma experiência de uso negativa para os usuários.

Por fim, a **ausência de marcadores** no aplicativo BlynkIoT, que facilitassem a compreensão dos intervalos em que as três condições da planta (luminosidade, temperatura, umidade) estavam com as necessidades satisfeitas, tornou desafiador para os usuários determinar quando as condições ideais para a planta estavam sendo alcançadas. Essas questões precisam ser abordadas para melhorar a qualidade geral do produto.

4.3. Aplicação do Teste de Usabilidade

A execução do Teste de Usabilidade ocorreu em ambiente controlado. Para descrever os problemas que ocorreram, foi analisada cada tarefa e como o usuário conseguiu alcançar o objetivo final. O perfil dos participantes do teste de usabilidade está descrito na Tabela 1.

Usuário	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10
Faixa Etária	23-27	18-22	18-22	23-27	18-22	18-22	23-27	23-27	23-27	18-22
SO	Android	Android	Android	Android	Android	IOS	IOS	Android	Android	IOS

Tabela 1. Dados dos participantes do teste

Foram encontrados um total de 17 problemas de usabilidade. Na primeira tarefa (T1), o tempo para conclusão foi entre 6 e 20 minutos, pois os usuários não conseguiram chegar ao estado no qual o LCD exibe a mensagem de que as condições estão ideais. Posteriormente, 3 usuários alcançaram o estado ideal, porém não foi na execução da T1, e sim em outras tarefas. Os usuários relataram que não conseguiram enxergar os padrões ideais da planta, e também comentaram que o aplicativo poderia ajudar a cuidar da planta dando dicas e principalmente apresentando o intervalo adequado de luminosidade, umidade e temperatura no aplicativo. Isso pode ser relacionado às heurísticas de visibilidade e estado do sistema e prevenção de erros (já que o usuário pode erroneamente, por exemplo, colocar mais água do que a planta necessita). Outro ponto em destaque é o aplicativo não ter nenhum tipo de notificação, o usuário só consegue ver o que a planta necessita se observar o LCD. Esta foi inclusive uma sugestão dada por alguns dos participantes, de gerar notificações no aplicativo quando a planta tiver com alguma necessidade.

Na T2, o tempo médio foi de 2 minutos. Os principais problemas encontrados foram em relação ao sensor de umidade, pois ele era impreciso e não capturava a umidade da terra de todo o vaso. Muitos usuários só conseguiram realizar essa atividade tirando o sensor de umidade do solo ou colocando-o em uma parte seca da terra. Na T3, o tempo médio foi de 2 minutos. O principal problema encontrado foi sobre o sensor de temperatura, pois como estava na parte inferior, estava capturando a temperatura do fundo do vaso, ou seja, sofrendo influência da superfície sobre a qual o vaso estava, o que poderia não corresponder à temperatura ambiente, já que a superfície poderia ter recebido muito Sol, tornando-a mais quente. Todos os usuários conseguiram realizar a tarefa.

Na T4, o tempo médio foi de 1 minuto. O principal problema encontrado foi sobre a posição dos sensores de temperatura e luminosidade. Alguns usuários expuseram a planta ao Sol e perceberam que a luminosidade pode não ser muito bem capturada se o sensor estiver na sombra. Todos os usuários conseguiram realizar essa tarefa, houve problemas de sincronização da temperatura, principalmente no iOS, pois em alguns casos o aplicativo apontava 85° C (temperatura máxima do sensor), mesmo estando em um ambiente com ar-condicionado. Na T5, o tempo médio foi de 2 minutos. O principal problema encontrado foi a sincronização dos sensores com os dados do aplicativo. Isso pode ter acontecido devido à conexão com a internet. Todos os usuários conseguiram realizá-la, e é possível associar os problemas com as heurísticas como sincronicidade e sensores e entradas de dados. Todos os usuários conseguiram completar esta tarefa.

Na T6, o tempo médio foi de 3 minutos, pois o vaso demorava um pouco para reagir à falta de luz. O principal problema encontrado foi sobre o sensor de luz, pois os usuários conseguiram modificar os parâmetros de luminosidade do aplicativo utilizando a luz da lanterna do celular diretamente no sensor, o que pode não ser ideal para a planta, já que ela deve receber luz do Sol, e não artificial. Todos os participantes conseguiram realizar a tarefa.

Por fim, na T7, o tempo médio foi de 3 minutos. O principal problema encontrado foi sobre a conexão e a sincronização dos dados capturados pelos sensores e apresentados no aplicativo. No dispositivo iOS houve uma demora maior em comparação com o Android. Além disso, o LCD do vaso algumas vezes não apresentava nenhum estado da planta, e isso se dava pela queda de internet. É possível acessar online⁹ a lista completa de problemas identificados com sugestões de solução por meio do teste de usabilidade, juntamente com as telas que foram analisadas.

4.3.1. Análise do Questionário Pós-teste

As primeiras impressões dos usuários em relação ao produto indicaram uma combinação de curiosidade, interesse, dúvidas e algumas preocupações técnicas. Como é o caso dos usuários U1 "Achei interessante ver como um aparelho, aparentemente simples, possui uma funcionalidade tão complexa e permite que o usuário (aquele que cuida da planta) possa entender o que a planta precisa." e U2 "Inicialmente super gostei, a proposta é bem interessante, principalmente por conta das interações e feições que o sistema apresenta". A proposta de interações e expressões do sistema gerou entusiasmo, despertando o interesse e curiosidade por parte dos usuários sobre o funcionamento do produto, como declararam os usuários U6 "Eu achei muito fofinha, e fiquei curioso para saber como funciona", U9 "Tive uma impressão positiva, apesar de ter sido estranha ao primeiro momento, mas fiquei bem curioso de como seria a interação" e U4 "Curiosidade e dúvida" ao responderem a pergunta "Qual foi a sua impressão inicial ao interagir com o Kit Plantinha em IoT e

⁹<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HSfTUofyw-qiZr3bzMTTqo9v1qaK1EKWjPjmduf2Bk/edit?usp=sharing>

o seu aplicativo?”.

Ao se deparar com a pergunta ”Durante a interação com o vaso, você enfrentou algum problema ou obstáculo? Se sim, por favor, descreva”. Alguns usuários acharam o aplicativo confuso devido à falta de métricas específicas, desejando informações claras sobre as condições ideais para a planta como relatam os usuários U1”Devo confessar que eu achei que seria mais simples interagir e cumprir as tarefas do teste com a plantinha. O aplicativo não me fornecia os parâmetros adequados para a planta, só me mostrava os níveis em tempo real enquanto o vaso inteligente reclamava sobre a temperatura, umidade e luminosidade. Se o aplicativo indicasse os números adequados seria mais fácil de encontrar um ambiente ideal para a planta. Fiquei um pouco impaciente”e U5 ”Achei o aplicativo um pouco confuso pelas faltas de métricas, tipo: ”O ideal de sol é a XXXXX”; ”A temperatura ideal é XX°C”.

Quando questionados sobre a integração do Kit Plantinha IoT em suas rotinas, houve uma diversidade de respostas. Dos participantes, 50% concordaram em integrá-lo , 25% concordaram totalmente e 12,5% expressaram neutralidade ou discordância total, o que demonstra uma variedade de experiências dos usuários.

Foi identificado que a maior queixa dos usuários em relação ao produto está relacionada à falta de parâmetros predefinidos para luminosidade, temperatura e umidade. Isso tornou a experiência difícil para os usuários oferecerem o ambiente ideal para a planta, resultando em frustração e esforços consideráveis para encontrar as configurações corretas. Em resumo, os usuários enfrentaram dificuldades em calibrar o sensor, interpretar feedbacks, visto que eles faziam o que era pedido pelo produto e, principalmente, ajustar as condições ideais da planta devido à ausência de parâmetros específicos. Essas questões afetaram a experiência de interação com o vaso inteligente e a satisfação geral dos usuários.

No geral, os usuários viram a ideia como boa e útil, embora tenham encontrado alguns desafios iniciais na interação com o aplicativo e o sistema do vaso, causando uma certa frustração como comenta o usuário U2 ”É muito mais intuitivo e mais fácil cuidar de uma planta pelo conhecimento popular ou informação na internet do que com o kit e o app, por mais que ele me dê precisão de dados em tempo real sinto que a tela de LED da planta vai sempre reclamar de algo. Eu não usaria o produto, apesar de ser uma proposta interessante e ”divertida”, foi mais frustrante mesmo.”Embora os usuários tenham expressado interesse na proposta do Kit Plantinha IoT e visto sua utilidade, as dificuldades em calibrar os sensores, interpretar os dados e ajustar as condições ideais para a planta tiveram um impacto significativo na experiência geral. Isso resultou em uma avaliação dividida, com 66,7% dos usuários satisfeitos, 22,2% insatisfeitos e 11,1% neutros. A pesquisa destacou a importância de melhorar as orientações e a usabilidade do produto para otimizar a experiência dos usuários.

5. Conclusão

Este artigo apresentou a avaliação da usabilidade e da experiência do usuário no kit Plantinha IoT. Destaca-se a relevância do uso combinado de métodos de avaliação de naturezas distintas e complementares, o que viabilizou a análise das particularidades do dispositivo IoT. No caso do kit, por exemplo, a combinação dos métodos demonstrou eficiência não apenas por abordar problemas similares, mas principalmente por cada abordagem revelar problemas específicos.

Uma lição de extrema importância é considerar a diversidade de contextos de uso. Dispositivos IoT encontram aplicação em uma ampla variedade de ambientes e cenários. É essencial contemplar essa multiplicidade ao avaliar a usabilidade, uma vez que as interações podem diferir

significativamente conforme o contexto específico. No kit essa diversidade de contextos permitiu aos avaliadores observarem problemas que só poderiam ser vistos pela mudança natural de contexto, como na questão da temperatura e a mudança de ambiente para um climatizado. Ainda sobre o contexto, uma limitação percebida no teste de usabilidade foi sua imprecisão contextual, visto que as situações do teste são simuladas em um ambiente controlado. No entanto, o diário de usuário conseguiu compensar essa simulação, pois os usuários utilizaram o sistema na própria vivência.

Sobre as técnicas, a equipe notou que o teste de usabilidade mostrou questões relacionadas não só à usabilidade, mas também à experiência de usuário, visto que o teste era feito com usuários reais e os pesquisadores perguntavam sobre como se sentiam em determinada resposta do dispositivo. Já a avaliação heurística demonstrou mais problemas relacionados aos sensores e o processamento dos dados, o que também justificou algumas questões sobre a experiência de uso observadas no teste de usabilidade. A tarefa mais difícil foi a T1, pois havia um grau de dificuldade em entender o que a planta precisava para se chegar ao estado ideal, e também nas outras tarefas houve também desafios para concluí-las, pois a planta estava mudando constantemente de estado, muitas vezes de forma imprevisível. Em alguns casos, não era possível deixá-la no estado demandado pela tarefa para que o usuário pudesse completá-la.

Do diário de uso, destacam-se alguns problemas encontrados pelos pesquisadores: comunicação e visualização de informações; problemas de *hardware*; falhas de conectividade. Os problemas com os sensores, bem como a falta de avisos e *feedbacks*, dificultam alcançar o estado "Feliz— onde todas as três condições estão satisfeitas. Isso pode ser o motivo para a dificuldade de completar a T1, evidenciada na avaliação heurística e teste de usabilidade. O fato de a planta mudar constantemente de estado pode ser influência da instabilidade do sensor, que altera as informações apresentadas no LCD e na interface do *BlynkIoT*, dificultando a compreensão do estado verdadeiro da planta, problema detectado também na T2 do teste de usabilidade. Para uma boa experiência, é fundamental assegurar que os usuários compreendam o estado e as ações do dispositivo. No kit, a falta de um *feedback* positivo ao mitigar a necessidade da planta afetou a experiência do usuário, questão também identificada pelos pesquisadores durante o uso do diário. Ademais, em relação ao *feedback* multissensorial, é importante notar que certos dispositivos IoT podem abranger interações que transcendem as interfaces visuais e táteis usuais, abrangendo elementos como áudio e *feedback* háptico. Durante a avaliação, é crucial considerar como essas formas de *feedback* são integradas à experiência do usuário.

Sobre as dificuldades, destaca-se a quantidade de participantes na avaliação heurística, a disponibilidade de mais sistemas operacionais diferentes para o aplicativo e a limitação na área da rede que não permitia os participantes se locomoverem livremente. Por fim, a configuração inicial de dispositivos IoT, como ilustrado pelo desafio enfrentado com o kit, por vezes pode se tornar intrincada. Avaliar abordagens que possibilitem uma configuração mais acessível e intuitiva desempenham um papel fundamental na garantia de uma usabilidade eficiente.

Como resultado das avaliações realizadas, concluiu-se que o Kit Plantinha IoT apresenta muitos problemas de usabilidade, levando a uma experiência de usuário confusa e frustrante. Foram detectados principalmente problemas de comunicação e ausência de informações aos usuários, o que acaba por ocasionar dúvidas e interpretações errôneas. Além disso, o kit também apresentou problemas de conectividade, com a rede *wi-fi*, e sincronização com o aplicativo *BlynkIoT*, prejudicando ainda mais a experiência do usuário.

Referências

- Almeida, R. L., Andrade, R. M., Darin, T. G., and Paiva, J. O. (2020). Chase: Checklist to assess user experience in iot environments. In *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results*, pages 41–44.
- Carvalho, R. M. (2019). Correlate & lead: process and catalog of non-functional requirements correlations in ubicomp and iot systems.
- de Santana, V. F., Neris, V. P., Rodrigues, K. R., Oliveira, R., and Galindo Jr, N. (2017). Activity of brazilian hci community from 2012 to 2017 in the context of the challenge 'future, smart cities, and sustainability'. In *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–5.
- Farooq, M. U., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A., and Kamal, T. (2015). A review on internet of things (iot). *International journal of computer applications*, 113(1):1–7.
- Furtado, E. S., Nova, G. V., Gasparini, I., de Miranda, L. C., Barbosa, M., de Alencar, T. S., and de Almeida Neris, V. P. (2017). Re-evaluating the first five years of the grandihc-br-challenge 3: Ubiquity, multiple devices and tangibility. In *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–7.
- Lazar, J., Feng, J. H., and Hochheiser, H. (2017). *Research methods in human-computer interaction*. Morgan Kaufmann.
- Lourenço, L. M. (2020). Catálogo de requisitos de calmness para aplicações ubíquas e de internet das coisas.
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., and Carey, T. (1994). *Human-computer interaction*. Addison-Wesley Longman Ltd.
- Rocha, L. C. (2017). Hubis: heurísticas de usabilidade para avaliar sistemas ubíquos.
- Weiser, M. D. (1994). Ubiquitous computing. In *ACM Conference on Computer Science*, volume 418, pages 197530–197680.