

## Arquiteturas em Sistemas com Interfaces Tangíveis: Resultados de uma Revisão Sistemática de Literatura

LUCAS BARREIRO AGOSTINI<sup>1</sup>; TATIANA AIRES TAVARES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas– lbagostini@inf.ufpel.edu.br*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas– tatiana@inf.ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Uma tendência em termos de desenvolvimento de estilos de interação é o aspecto tangível presente nas interfaces de usuário. Em um contexto massivamente pautado em interfaces gráficas (GUI), as interfaces tangíveis (TUI) despontam como uma oportunidade para interatividade.

A tangibilidade em sistemas computacionais não é um conceito novo na literatura (ISHII, 1997). No entanto, o avanço de diversas áreas da Computação e a oportunização de novos dispositivos impulsionaram a consolidação das ideias de Ishii (ISHII, 1997, ISHII, 2012). No seu formato mais genuíno, as interfaces de usuário tangíveis fazem uso de entrada e saída de dados de forma tangível, isto é, concreta na perspectiva do usuário (ISHII, 1997).

Dessa forma, o processo de desenvolvimento de TUIs é um processo relativamente novo e ainda representa um desafio para designers e desenvolvedores. Do ponto de vista projetual a tangibilidade representa um formato de interação que rompe a fronteira dos "bits plotados" (ISHII, 2012) e exige um expertise que avança o campo da construção do hardware da interface. E o termo "hardware da interface" cuja utilização remete aos primórdios das pesquisas em IHC, ganha uma dimensão mais próxima das investidas da indústria em dispositivos de interação mais atraentes e sofisticados.

Algumas inclusive que permitem a interação tangível (HORN, 2018) quando muitas vezes o usuário nem percebe que este tipo de interação é necessária para ele. Em (HORN, 2018) usa como exemplo largarmos um pedaço de corda em uma sala com crianças. Não há como saber o que as crianças farão com a corda, porém se ao invés de largarmos um simples pedaço de corda, o mesmo tiver manoplas nas pontas, a probabilidade das crianças na sala pularem corda aumenta. Com interfaces tangíveis o mesmo ocorre, o usuário não se dá conta da necessidade da mesma, mas a forma de interação muda ao adicionarmos TUIs ao cotidiano das pessoas.

Este trabalho foca em fazer uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o estado da arte da área de desenvolvimento de TUIs, e por fim apresentar uma proposta em desenvolvimento de arquiteturas específicas para TUIs.

### 2. METODOLOGIA

Como citado anteriormente para realizar este trabalho foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (SAMPAIO, 2007). Nesta seção são destacados alguns aspectos dessa metodologia de pesquisa.

A questão de pesquisa que norteou esse estudo é **"Como são as arquiteturas dos sistemas que envolvem TUIs? Existem soluções puramente baseadas no hardware da interface (sem camada de software intermediária?)".**

Os engenhos de busca utilizados foram Springer, IEEE, ACM, Scopus e Web Science e a string de busca:

(“TUI” or “tangible user interface” or “tangible interface”) AND (“hardware design” or “specific hardware” or “vhdl”).

Esta string foi utilizada, pois em nosso entendimento, para eliminar a camada de software, é necessário uma camada de hardware de propósito específico, e para desenvolver tal hardware poderíamos utilizar VHDL (NAVABI, 1997).

As etapas de busca e análise dos artigos foram realizadas de abril a junho de 2018 envolvendo três pesquisadores e totalizando 23 artigos para avaliação. Destes artigos, **seis** artigos são alvos principais de comparação neste trabalho.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 temos uma comparação dos seis trabalhos escolhidos baseados na forma de interação dos mesmos, qual o método de entrada, qual método de saída, e se o mesmo faz uso de algum tipo de GUI.

Podemos observar através desta análise que apenas dois trabalhos possuem entradas e saídas puramente tangíveis, enquanto os outros quatro fazem uso de algum tipo de interação não tangível diretamente com o usuário. A forma de entrada e saída é diversificada entre as soluções, pois cada uma faz uso da interface adequada para seu propósito específico.

Quanto ao uso de GUIs, temos dois tipos considerados na tabela, aqueles trabalhos em que o usuário utiliza a GUI, como em (LIU, 2016; HOSSAIN, 2016), e temos situações em que a GUI vai ser utilizada apenas por quem está mediando o uso da aplicação, que chamamos de GUI intermediária, já que o usuário final não faz uso da mesma.

Enquanto isso, na Tabela 2, temos uma comparação a nível de dispositivos, tendo como ponto principal qual hardware é utilizado em cada uma das soluções, se temos uma arquitetura apresentada nos artigos de forma clara, e também se os artigos escolhidos utilizam alguma camada de software em algum ponto de suas soluções.

Fica evidente que metade dos artigos selecionados pela RSL não possuem imagens que demonstram claramente a arquitetura proposta, porém os mesmos o fazem ao longo do texto.

Outra consideração feita foi se os artigos faziam uso de alguma camada de software, onde foi verificado que todos o fazem, seja por meio de GUIs ou por programas executando em microcontroladores, como em (YEO, 2013).

No caso de (DARLEY, 2017), a camada de software é responsável por fazer a leitura do relevo, processar os dados e enviar para o projetor. Em (LIU, 2016), a camada de software é responsável por ler o que o usuário digita, enviar para a AI, que vai processar os dados, e retornar para o controle na capa do celular.

Em (HOSSAIN, 2016) a camada de software é responsável por ler o ambiente e processar os dados que serão apresentados na tela em uma RA. Enquanto em (MAIA, 2017) a camada de software é responsável, assim como em (YEO, 2013) e em (KUBITZA, 2016), por processar os dados dentro de um microcontrolador. Em (KUBITZA, 2016) ainda há uma outra camada de software, um aplicativo *mobile*, que é responsável por exibir a interface gráfica na tela do smartphone.

Considerando as soluções que apresentam GUI intermediária, que são (DARLEY, 2017; KUBITZA, 2016), fica visível o impacto da camada de software na experiência com a interface, já que em ambos os casos é necessário um mediador, utilizando GUI, para controlar a TUI que o usuário final está usando.

Com isso, nossa RSL que perguntava se era possível criar TUIs sem camada de software nos levou a conclusão de que **as soluções apresentadas em (HOSSAIN, 2016; KUBITZA, 2016; DARLEY, 2017; LIU, 2017; YEO, 2013; MAIA, 2017) não criaram TUIs sem a utilização de uma camada de software específica**, o que não nos permitiu analisar o impacto que esta camada de software tem em uma experiência tangível.

**Tabela 1. Tabela comparando as interfaces de usuário dos trabalhos descritos**

	Input	Output	GUI
[Darley et al. 2017]	Tangível - Arcia	Tangível - Projeção 3D	Intermediária
[Liu and London 2016]	Não-Tangível - Tela	Tangível - Controle Específico	Usuário
[Hossain et al. 2016]	Tangível - Objetos Inteligentes	Tangível e Não-Tangível - Tela e objetos	Usuário
[Maia et al. 2017]	Tangível - <i>Tabletop</i>	Tangível - <i>Tabletop</i>	-
[Yeo et al. 2013]	Tangível - <i>StickEar</i>	Não-Tangível - LEDs	-
[Kubitza 2016]	Tangível - Wearables	Tangível e Não-Tangível - Tela e IoT	Intermediária

**Tabela 2. Tabela comparando as arquiteturas dos trabalhos descritos**

	Hardware	Arquitetura	Camada de Software
[Darley et al. 2017]	Projetor, computador e Kinect	-	X
[Liu and London 2016]	Controle Específico	X	X
[Hossain et al. 2016]	LCD, objetos reativos, computador	X	X
[Maia et al. 2017]	Pixel tangível em mesa	-	X
[Yeo et al. 2013]	ATMega, microfone, LEDs	-	X
[Kubitza 2016]	Arduino, celular, <i>wearables</i>	X	X

#### 4. CONCLUSÕES

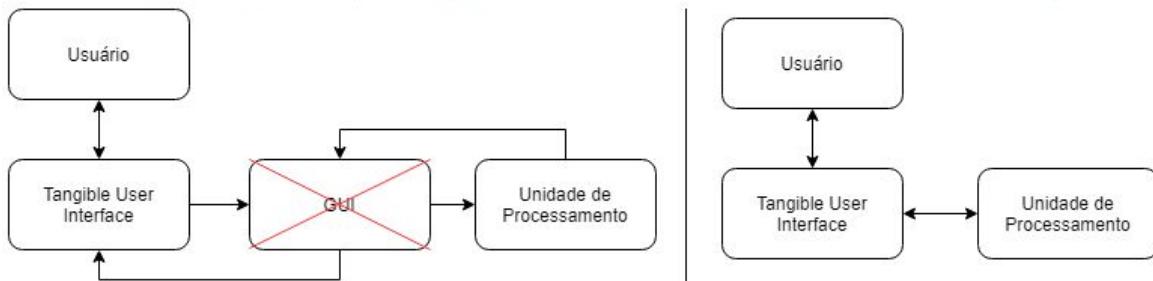
Este artigo teve como objetivo apresentar e comparar as arquiteturas utilizadas em trabalhos que utilizam TUIs como opção de interface com o usuário. Para tanto, foi realizado um RSL onde foram identificados os trabalhos [REFS dos trabs]. Na análise percebe-se que a grande maioria dos trabalhos utiliza *input* (entrada) e *output* (saída) de dados tangível. No entanto, para proporcionar tal característica é necessário implementar estratégias intermediárias para possibilitar a manipulação desses dados. Soluções envolvem inclusive interfaces de usuário mediadoras para proporcionar ao usuário final a sensação mais genuína da interação tangível.

Deste modo, a análise da literatura corrobora com a pesquisa de Ishii (ISHII, 2012) sobre "radical atoms" onde um fator apontado como limitante, especialmente dos elementos de *output*, é a ausência de propriedades reconfiguráveis dos materiais físicos. Rompida essa barreira, o surgimento de novos estilos de interação será impulsionado.

Outro ponto perceptível nessa análise é o *gap* existente entre o projeto de TUIs e sua implementação. O projeto ainda é muito dependente dos elementos que possibilitam a concretização desse projeto. Fato que fica evidente nas abordagens arquiteturais para o desenvolvimento destes sistemas, nas quais, há uma camada específica para o tratamento das camadas de *input* e *output*.

utilizadas.

Figura 1. Representação da Arquitetura Genérica com uso de GUI e sem uso da mesma;



Assim, a proposição arquitetural apresentada no final deste artigo faz uso de hardware específico através de SoCs para aproximar o "hardware da interface" da interface de usuário. Uma outra alternativa em investigação é a utilização de FPGAs. Nossa intenção é viabilizar melhoria na sintonia entre projetar interfaces genuinamente tangíveis e implementá-las através da simplificação da arquitetura utilizada.

Como continuação deste trabalho, pretendemos utilizar a arquitetura proposta em conjunto com soluções como as de (DARLEY, 2017) e (MAIA, 2017), para que seja possível medirmos o impacto que não utilizar camadas de software trará ao usuário final. Com estes testes será possível identificar se o fato de retirarmos a camada de software trará benefícios ou se apenas estaremos avançando de forma conceitual nas arquiteturas de TUIs.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ISHII, H.; ULLMER, B. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In: **Proceedings of the ACM SIGCHI**. c1997. p.234–241.
2. ISHII, H.; LAKATOS, D.; BONANNI, L.; LABRUNE,J.-B. Radical atoms: beyond tangible bits, toward transformable materials. **Interactions**, v. 19, n. 1, p.38–51, 2012.
3. HORN, M. S. Tangible interaction and cultural forms: Supporting learning in informal environments. **Journal of the Learning Sciences**, , n. just-accepted, 2018.
4. NAVABI, Z. **Vhdl: Analysis and modeling of digital systems**. McGraw-Hill, Inc., 1997.
5. HOSSAIN, M. S.; HARDY, S.; ALAMRI, A.;ALELAIWI, A.; HARDY, V.; WILHELM, C. Ar-based serious game framework for post-stroke rehabilitation. **Multimedia Systems**, v. 22, n. 6, p. 659–674, 2016.
6. LIU, X.; LONDON, K. Tai: A tangible AI interface to enhance human-artificial intelligence (ai) communication beyond the screen. In: **Proceedings of the ACM Conference on Designing Interactive Systems**. c2016. p. 281–285.
7. DARLEY, N.; TAVARES, T.; COLLARES, G.; COSTA,V. Interfaces tangíveis: **Uma análise da experiência de usuário utilizando o projeto ar sandbox**. 2017.68f. Trabalho de Conclusão de Curso - Computação, UFPel.
8. KUBITZA, T. Apps for environments: Running interoperable apps in smart environments with themeschup iot platform. In: **International Workshop on Interoperability and Open-Source Solutions**. c2016. p. 158–172.
9. MAIA, R. F.; DE ARAUJO, S. R. F.; DE CASTRO, A. F.Tangible user interface as input and output device. **IEEE Latin America Transactions**, v.15, n. 1, p. 154–159,2017.
10. YEO, K. P.; NANAYAKKARA, S.; RANSIRI, S.Stickear: making everyday objects respond to sound. In: **Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology**.c2013. p. 221–226.
11. SAMPAIO, R.F. "Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica." **Revista brasileira de fisioterapia** 11.1 (2007): 83-89.