

# Cartas Sensíveis ao Contexto: Aumentando a experiência em jogos de carta ubíquos

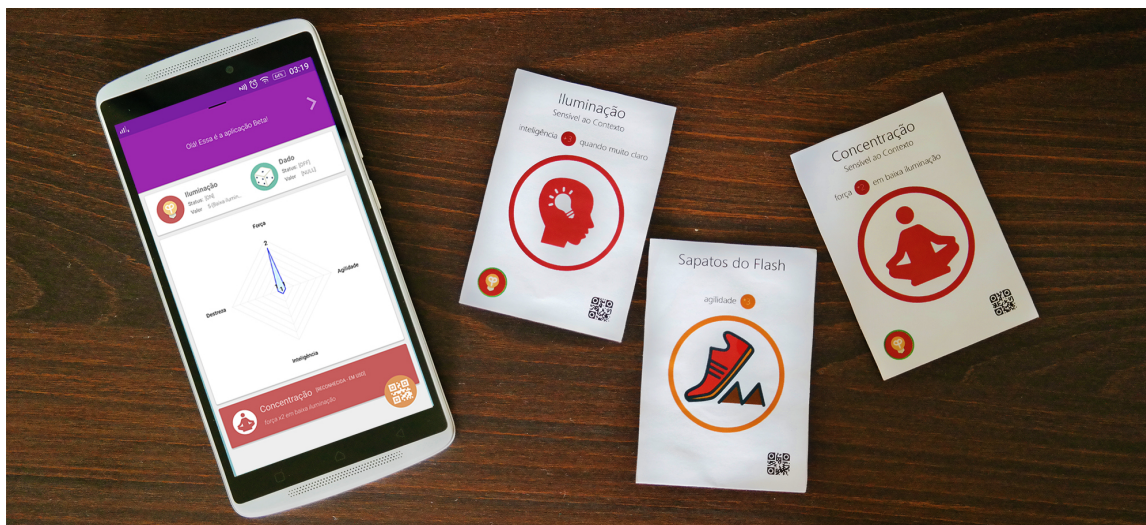
Willian A. Rodrigues<sup>1</sup> \*Glaudiney M. Mendonça Júnior<sup>2</sup>Windson Viana<sup>1</sup><sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará - Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat) - - Brasil<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará - Sistemas e Mídias Digitais, Instituto UFC Virtual - Brasil

Figura 1: Aplicação Móvel e Cartas Sensíveis ao Contexto.

## RESUMO

Computação Ubíqua é descrita como um paradigma computacional extremo no qual as tecnologias digitais estão onipresentes e auxiliam as atividades cotidianas por meio de interações naturais com os usuários. Por outro lado, jogos analógicos ainda conquistam público, principalmente, pela interação social que os jogadores experimentam durante o jogo. Dentre os vários tipos de jogos analógicos, se destacam os jogos de cartas. Numa fusão de conceitos, jogos de cartas ubíquos são jogos analógicos que, auxiliados por tecnologia computacional e interações naturais, oferecem uma experiência de jogo que mixa o tangível ao digital. Nesta pesquisa, é proposto um modelo de jogos de cartas ubíquos que norteia o design e o desenvolvimento ao indicar os principais elementos e suas relações a serem considerados nesse tipo de jogo. Além disso, é apresentado o conceito de carta sensível ao contexto, no qual o contexto do usuário pode se tornar componente de jogo por meio do uso de sensores do dispositivo móvel. Esse modelo foi implementado na plataforma Android e as primeiras avaliações indicam que o modelo é eficaz embora aspectos de usabilidade e jogabilidade ainda precisem ser melhorados.

**Palavras-chave:** Card Games. Ubiquitous Card Game. Ubiquitous Game.

\*willianrodrigues@great.ufc.br

## 1 INTRODUÇÃO

Jogos digitais se destacaram nas últimas décadas, em parte, por permear diversas plataformas, desde os já tradicionais consoles até os dispositivos móveis. Apesar do forte sucesso dos jogos digitais, os jogos analógicos (e.g., jogos de cartas, jogos de tabuleiro) ainda conquistam seguidores, principalmente pelo fator da tangibilidade física que eles proporcionam como atividade lúdica e interativa. Recentemente, pesquisas e, inclusive, alguns jogos comerciais (e.g., *Alchemist*, *Dream Phone*) buscam formas de realizar a integração entre essas modalidades de jogos [8][7].

A mescla de interações digitais com elementos tangíveis por meio de tecnologias móveis é a abordagem mais proeminente devido à popularidade dos *smartphones*. Aumentar a experiência de um jogo analógico com aplicativo móveis para reconhecer cartas, apresentar o estado do tabuleiro ou mostrar animações digitais podem ser vistos como exemplos da materialização dos princípios de Computação Ubíqua no domínio jogos. Mark Weiser [17], que cunhou o termo Computação Ubíqua, descreve tal paradigma como a tecnologia computacional que auxilia as atividades diárias das pessoas e muda completamente a experiência de uso dos computadores em decorrência da naturalidade das interações e do desaparecimento da tecnologia. Jogos ubíquos são, portanto, jogos que transcendem, de forma natural, o mundo virtual, borrando a linha entre o que é real e o que é virtual.

Em 2002, Björk [3] relatou o crescimento no interesse dos pesquisadores por novas técnicas de design e de uso de Computação Ubíqua para a criação de jogos. Os desafios apontados permanecem os mesmos até hoje: descobrir como dispositivos computacionais comuns e sensores podem ser utilizados para promover esses jogos ubíquos [5]. Durante os últimos dez anos, uma série de iniciativas

foi proposta, em especial, jogos que usam mesas interativas para expandir a experiência das mecânicas analógicas [18][20]. Entretanto, poucos são os trabalhos voltados para o design e desenvolvimento de jogos de cartas que mantêm a mobilidade inerente a estes jogos.

Neste sentido, os dispositivos móveis se apresentam como elemento fundamental para promover e expandir a experiência dos jogos de cartas analógicos com o mínimo de interferência na forma como esses jogos são utilizados. Uma vez que os *smartphones* são hoje dispositivos onipresentes, de fácil mobilidade e aptos a oferecer uma gama de funcionalidades multimídia (áudio, imagens, vídeo, realidade aumentada). Essas funcionalidades podem ser aplicadas para expandir a experiência dos jogos deste gênero.

Este trabalho propõe-se a gerar um novo conceito de jogo de cartas e dispor de um mecanismo que auxilie na utilização desse conceito por meio de dispositivos móveis. Esse modelo de jogo de carta, chamado Tardigrade, incorpora elementos-chaves para o design e implementação de jogos ubíquos que se mesclam com cartas tangíveis. Um dos elementos é o conceito de carta sensível ao contexto, isto é, cartas tangíveis cujas propriedades são ativadas, minimizadas ou maximizadas de acordo com o contexto atual do jogador (e.g., localização, luminosidade do ambiente, aceleração).

O restante deste artigo se inicia com a fundamentação teórica na seção 2, definindo jogos ubíquos e os princípios de design que a literatura fornece para o desenvolvimento de jogos do gênero. A seção 3 apresenta as metodologias adotadas, como os grupos focais para elencar características desejáveis no modelo proposto de jogo e a metodologia de avaliação utilizada. A seção 4 descreve o modelo, os elementos fundamentais e suas relações. Esta seção também detalha e exemplifica o conceito de cartas sensíveis ao contexto. A seção 5 apresenta as aplicações de estudo de caso desenvolvidas. A seção 6 apresenta o processo e os resultados da avaliação de cartas sensíveis ao contexto. São apresentadas as considerações finais sobre a avaliação e o trabalho na seção 7. Por fim, na seção 8 discute-se sobre os pontos positivos, as limitações da abordagem e possíveis trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mark Weiser [17], em seu artigo seminal, idealizou a Computação Ubíqua como dispositivos computacionais incorporados naturalmente ao cotidiano das pessoas de tal forma que estes se tornariam “invisíveis” devido à indissociabilidade entre o digital e o tangível. Por exemplo, objetos de uso diário (cafeteira, geladeira, tv) comunicariam uns com os outros e seriam capazes de adaptar suas execuções de acordo com os diversos perfis usuários, locais em que estivessem instalados e mudanças nos seus ambientes de execução. Spinola [15] descreve nove aspectos dos sistemas ubíquos mais abordados em pesquisas acadêmicas e sistemas conhecidos: Serviço onipresente, Invisibilidade, Sensibilidade ao contexto, Adaptabilidade, Captura da experiência do usuário, Descoberta de serviços, Interoperabilidade instantânea, Heterogeneidade de dispositivos, e Tolerância a falhas. De acordo com o autor, mesmo com essa abstração dos sistemas ubíquos, é difícil estabelecer o impacto dessas características em projetos de aplicações ubíquas, sendo que a ubiquidade de um sistema está associada com atender, total ou parcialmente, a essas características.

### 2.1 Sensibilidade ao Contexto

Dentre conceitos citados sobre a Computação Ubíqua encontra-se a Sensibilidade ao Contexto. Dey [1] define contexto como qualquer informação usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um sistema que seja considerado relevante para a interação entre o usuário e a aplicação, incluindo a interação entre eles. Já um sistema sensível ao contexto, na definição de Dey [1] é aquele que usa o contexto para prover informações e/ou serviços ao usuário, onde a relevância depende da tarefa realizada. Na definição de Dey [1], contexto pode

ser de quatro tipos: Atividade; Identidade; Localização; e Tempo. E esses contextos podem servir para prover três tipos de funcionalidades em sistemas sensíveis ao contexto: Adaptação da Apresentação (interface); Execução automática e Marcação.

Em conjunto à definição de Dey [1], outra definição usada neste trabalho é a de Viana [16] que define Contexto como a interseção entre zona de observação e zona de interesse (como pode ser visto na Figura 2). A zona de observação é tudo que pode ser observável em um instante  $t$  (e.g., sensores disponíveis no *smartphone*, sensores do ambiente) e a zona de interesse é o conjunto de entidades relevantes para o sistema (e.g., expressão facial do jogador, localização). Dessa forma, o contexto é a interseção entre o que pode ser observado e o que é relevante para o sistema. Esses conjuntos são dinâmicos e evolutivos, uma vez que o sistema pode modificar seu interesse ao longo da execução e a capacidade de observá-lo dependerá de elementos de captura acessíveis em um determinado instante para caracterizá-lo. Por exemplo, se o *smartphone* do jogador dispõem de um sensor de luminosidade na parte superior do dispositivo, essa informação poderá ser observada pelo sistema e caso ele tenha interesse, ela fará parte do contexto do jogador. Porém, caso o sensor funcione de forma incorreta ou não esteja disponível, essa informação não fará mais parte do contexto, embora a aplicação/jogo tenha sido projetada para se adaptar a essa informação. Esse detalhe influencia diretamente a forma de se pensar um jogo ubíquo e sensível ao contexto uma vez que seu *gameplay* deve ser suficientemente flexível (tanto em termos de design como em implementação) para suportar a dinamicidade e evolução do contexto.

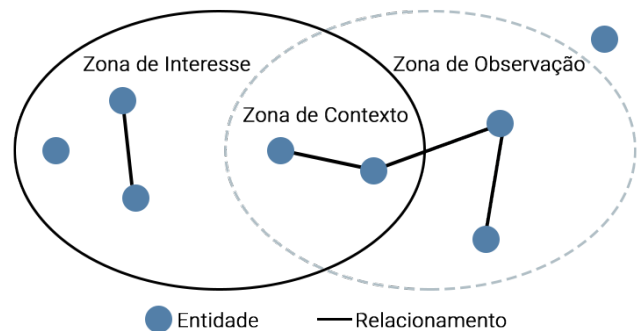


Figura 2: Definição de contexto - Reprodução [16].

### 2.2 Jogos Ubíquos

Pode-se definir parte dos jogos ubíquos, ou *Ubiquitous Computing Games (UC Games)*, como aplicações digitais que se misturam com eventos do mundo real transcendendo a experiência do jogo [14].

Existem outras classificações que podem ser entendidas como jogos ubíquos: *Augmented Trading Card Games (Augmented TCG)*, subclassificação dos THAR Games (jogos de carta de realidade aumentada), são jogos de cartas colecionáveis que possuem integração virtual por meio de monitores e/ou projeções [14]. Podem ser também considerados jogos ubíquos: Jogos Pervasivos [?], Jogos Móveis Locativos [19][12], Jogos de Realidade Aumentada [14][19], *Computer-based Board Games* [13] e *Tabletop Handheld Augmented Reality Games (THAR Games)* [9]. Cada um deles utiliza de interações entre o que é real e o que é virtual, e suas definições são semelhantes por serem subcategorias de Jogos Pervasivos e/ou Ubíquos.

Alguns autores propõem separar o conceito de pervasivo do conceito de ubíquo. A conclusão de Nieuwdorp [11] em sua análise é que apenas considerando a computação os termos “pervasivo” e “ubíquo” são ambíguos. Já no tocante a jogos, Jogos Pervasivos se-

riam aqueles que dependem primariamente de tecnologia pervasiva já existente, isto é, a cultura de jogos se apropria da tecnologia e a insere como recurso de jogo. Já os jogos ubíquos seriam aqueles em que primeiro se desenvolve a tecnologia (sem foco em jogos) e ela é adaptada para jogos existentes. Uma outra definição descreve jogos pervasivos como uma camada virtual por cima do mundo real, o que muitas vezes é implementado por meio de tecnologias de Realidade Aumentada. Um exemplo são os Jogos Móveis Locativos, como o exemplo apresentado no SBGames 2015 [12], que fazem o jogador se locomover no mundo real e visualizar objetos gráficos 3D interativos sobrepostos a sua realidade.

Na pesquisa apresentada neste artigo, considera-se os termos Jogos Pervasivos e Jogos Ubíquos como sinônimos, uma vez que muitos exemplos da literatura extrapolam essas definições propostas. Optou-se pelo termo jogo ubíquo devido a sua maior popularidade do termo. Assim, o termo Ubíquo, para jogos, é um adjetivo que permite a interação entre o meio virtual e físico de forma natural e relevante para aquele jogo. Embora o termo Jogo Pervasivo seja mais conhecido, neste trabalho adota-se o termo Jogo Ubíquo por se entender que a definição Nieuwdorp [11] é a que mais se aproxima dos objetivos dessa pesquisa.

A inclusão de aspectos de Computação Ubíqua nos jogos pode ser classificada em duas formas: discretas [13] e não discretas. As discretas podem apresentar informações extras ao jogo, por exemplo, porém seu uso não é mandatório para que o jogo possa ser utilizado, assim, as intervenções discretas estendem a experiência do jogo, mas o seu funcionamento incorreto ou a sua ausência não impossibilita a execução do mesmo. Já as intervenções não discretas fazem parte do jogo de forma integral. Os elementos do sistema ubíquo (dispositivos, comunicação, detecção etc.) são, dessa forma, mandatórios. E assim como as aplicações ubíquas, esses jogos também trabalham sob o mesmo conjunto de características descritas por Spinola [15] (i.e., serviço onipresente; invisibilidade; sensibilidade ao contexto etc.).

Jogos de tabuleiro aumentados com o uso da computação ainda não são tão difundidos devido ao custo financeiro, mas esta nova categoria vem ganhando espaço tanto pelo contexto inovador quanto pela interação de componentes físicos e virtuais de forma conjunta. Tanto os jogos de tabuleiro que utilizam de Realidade Aumentada [20] como os jogos virtuais que usam de componentes tangíveis [9][13] são exemplos de Jogos Ubíquos que provocam interesse nas pessoas pelo contexto inovador.

### 2.3 Princípios de design para Jogos Ubíquos

Cheung [5] propõem um conjunto de princípios de design como propriedades desejáveis em um Jogo Ubíquo, são eles: Dispensabilidade; Autoajuste instantâneo; Tangibilidade; Mobilidade; e Valor.

**Dispensabilidade** - É a capacidade do sistema remover componentes de hardware ou de software que os jogadores julguem não essenciais ao jogo, sendo possível desacoplar estes componentes sem tornar o jogo inviável. O oposto disso é quando o componente não é dispensável e está fortemente ligado ao jogo, como no caso de remover o sistema de pontuação (*score*), que determina o vencedor e o perdedor, tornaria impossível determinar como o jogo terminou.

**Autoajuste instantâneo** - É a capacidade de realizar mudanças durante o jogo de forma rápida e prática, sem que seja necessário esperar uma nova partida ou parar o jogo. Um exemplo disso seria um temporizador (*timer*) que pode ser reajustado durante o jogo, dando mais tempo aos jogadores, sem que seja necessário pausar ou recomeçar.

**Tangibilidade** - Essa propriedade refere-se a sistemas que enfatizam o tangível como uma técnica de interação, usando objetos físicos cotidianos como controle ou para apresentar informações digitais.

**Mobilidade** - É o suporte para “jogar em todos os lugares”. São soluções não dependentes dos locais, como aplicações para dispositi-

tivos móveis.

**Valor** - As aplicações de Jogos Ubíquos devem ter o objetivo de aumentar a experiência de jogo. Esse princípio foi incorporado para manter a experiência do jogo como um fator importante nesses sistemas híbridos. Uma das aplicações é a utilização de enfeites multimídia para modo tutorial guiado de jogos físicos através da inserção de Realidade Aumentada.

Algumas dessas características podem estar mais presentes que outras, por exemplo: um jogo pode fazer utilização de contexto para autoajuste instantâneo da interface do jogo, enquanto outro pode ignorar completamente o contexto e trabalhar o aspecto tangibilidade. Os princípios de design de Cheung [5] não são um modelo que precisa ser seguido rigidamente. Entretanto, segui-lo garante que parte das características dos jogos ubíquos estarão presentes de forma harmônica.

A visão de Cheung [5] pode ser relacionada às características de Spinola [15]. Por exemplo, a característica *Sensibilidade ao Contexto* de Spinola pode estar presente nos seguintes princípios de Cheung: no *Auto Ajuste Instantâneo* com a detecção do contexto para ajustes em tempo real, como posição do dispositivo ou sensores disponíveis no momento; na *Tangibilização* de informações físicas, sejam objetos - como cartas - ou dados do ambiente - como o clima e iluminação; E também no *Valor*, onde o contexto altera a experiência de jogo e torna cada partida. E relacionando as 9 propriedades de Spinola [15] e os 5 princípios de Cheung [5] a única característica não apontada nos princípios de design de Cheung é a *Descoberta de Serviço*. Tal característica diz respeito ao sistema ubíquo oferecer, de forma autônoma, serviços de que os usuários possam utilizar e interagir. Um exemplo dessa característica são os Jogos Ubíquos Multijogadores (*multiplayer*), no qual o jogo pode encontrar jogadores no ambiente de forma autônoma, onde ocorre a descoberta do “serviço” de jogo em outros dispositivos.

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa deste trabalho consiste em elencar possíveis funcionalidades para desenvolver um *framework* de Jogos de Carta Ubíquos e também oferecer o design de uma nova mecânica de jogos de cartas que se baseia no contexto dos jogadores. Para tal, adotou-se como metodologia o uso de grupos focais realizados com designers, desenvolvedores e jogadores de jogos digitais e analógicos [6].

Após a fase inicial de elicitação de requisitos, criou-se um jogo de carta ubíquo e o conceito de carta sensível ao contexto. A partir da refatoração do código desse jogo, um modelo de jogo de carta ubíquo foi gerado. Por fim, a proposta de avaliação tem como objetivo avaliar a efetividade e a aceitação do conceito de cartas sensíveis ao contexto.

### 3.1 Grupo Focal

Pesquisas são divididas em quantitativas e qualitativas. A quantitativa consiste em obter medidas quantificáveis de variáveis e inferências a partir de amostras. Segundo Dias [6] “esse tipo de pesquisa usa medidas numéricas para testar constructos científicos e hipóteses, ou busca padrões numéricos relacionados a conceitos cotidianos”.

Em contrapartida, a pesquisa qualitativa tem caráter exploratório [4], possuindo um formato menos estruturado do que o outro tipo de pesquisa (quantitativa). “*When focus groups are conducted in anticipation of scientific quantitative research, their purpose is really to simulate the thinking of the researchers.*” [4].

Dias apud Caplan [6] define os grupos focais como “pequenos grupos de pessoas reunidas para avaliar conceitos ou identificar problemas”, que em muitos casos é utilizado para captar a reação das pessoas a novos produtos, como é o caso da proposta de jogos de cartas ubíquos apresentado neste trabalho.

Um grupo focal consiste em planejar o objetivo da pesquisa e as metas específicas. A partir desse ponto, um moderador é sele-

cionado e um roteiro de questões é elaborado como guia para discussão. O papel do moderador é distribuir a participação de forma que todos possam dar relatos sobre os objetos de estudo.

### 3.2 Requisitos e Características Encontradas

Um grupo focal foi realizado em março de 2015 com objetivo de explorar as expectativas dos jogadores quando apresentados à proposta de *Computer-based Tabletop Games*. O grupo focal composto por 9 participantes no qual 5 pessoas do grupo se auto declarou jogador assíduo de *board games*, e os demais, jogadores assíduos de jogos digitais. Oito dos 9 participantes se declararam também como desenvolvedor e/ou design de jogos analógicos e/ou eletrônicos. A principal questão levantada durante o grupo foi quais elementos dos jogos analógicos eles gostariam de encontrar nos jogos eletrônicos ou vice-versa. A Tabela 1 seguinte apresenta essas características.

Tabela 1: Características vantajosas de cada tipo de jogo.

Jogos digitais	Jogos analógicos
Facilidade com cálculos	O contato com o tangível
Setup automático	A socialização física
	Regras são flexíveis

O ponto marcante do grupo focal se deu na questão da inadequação de somente se adaptar as mecânicas para jogos de cartas virtuais ou para jogos de cartas analógicas. Uma vez que a simples adaptação do real para o tangível ou vice-versa não seria a técnica mais adequada para jogos mistos. A proposta dada pelos participantes do grupo focal foi elencar mecânicas novas que deveriam ser criadas para esse uso híbrido do digital e do físico. Tal proposta consiste em propor mecânicas que só fazem sentido nestes jogos híbridos.

Por exemplo, a utilização de sensores como um novo componente de um jogo de carta poderia gerar um seguinte jogo. Um dos jogadores utiliza uma carta tangível que “queima” as cartas digitais de um dos adversários, quando esse adversário é escolhido, o seu dispositivo anuncia que suas cartas estão em chamas e o jogador pode assoprar, chacoalhar ou cobrir o dispositivo para que o incêndio cesse. Baseado na interação feita, o dispositivo pode aumentar ou reduzir a penalidade do efeito gerado. Se ele sacudiu de mais, ou fez movimentos contínuos que aumentaram as chamas, ele acabou queimando todas as suas cartas. Ou ele assoprou e cobriu o dispositivo, diminuindo rapidamente as chamas e salvando todas as suas cartas.

No presente trabalho, os resultados do grupo focal guiaram na descoberta de quais funcionalidades e mecânicas são mais relevantes para o conceito de jogos de cartas ubíquos. As ideias foram utilizadas na elaboração do modelo Tardigrade e na concepção e implementação das cartas sensíveis ao contexto.

## 4 TARDIGRADE

Tardigrade é um modelo de jogo de cartas ubíquos para plataformas móveis fazendo o uso de três tipos de cartas: cartas tangíveis-identificáveis, cartas tangíveis-interativas e cartas sensíveis ao contexto. O modelo tem como objetivo auxiliar no processo de design do jogo, disponibilizando a utilização do componente criado e implementando elementos de sistemas ubíquos. O modelo não obriga que os jogos sejam dependentes do meio digital. O modelo previsto das cartas ubíquas exige a interação por meio do uso de smartphones, embora, essa interação possa ser dispensável. Entretanto, quando utilizada permite que as experiências do jogo analógico sejam aumentadas com a utilização desse recurso digital. Por exemplo, uma aplicação que explica as regras do Poker e auxilia durante o jogo, reconhecendo as cartas do jogador e explicar seus efeitos. O jogador pode decidir de não utilizá-la na execução do jogo, votando somente para a interação analógica.

A Figura 3 ilustra a representação do modelo em um diagrama de *features*. Bolinhas pretas relações mandatórias e bolinhas brancas relações opcionais. Pela figura, pode ver que um jogo de cartas ubíquo do Tardigrade pode ter: estados, e esses estados podem ser compartilhados e/ou trocados entre diferentes instâncias (jogadores). Todos os jogos devem ter cartas que podem ser gerenciadas e armazenadas em conjuntos de cartas chamadas de *Deck*. Essas cartas possuem algum comportamento, seja qual for seu propósito. Por exemplo, cartas com comportamento sensível ao contexto fazem uso de contexto adquiridos a partir de sensores.

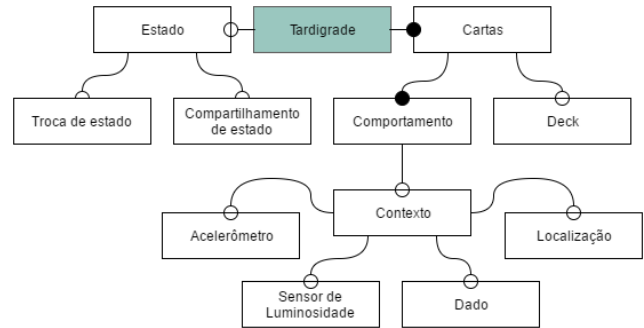


Figura 3: Diagrama de *Features* do Modelo de Jogos.

As duas visões, para sistemas ubíquos [15] e para jogos ubíquos [5], foram utilizadas para guiar as características do modelo. Por exemplo, o reconhecimento de cartas tangíveis é uma característica dispensável pensando na disponibilidade de recursos nos *smartphones* ou no próprio desejo do *game designer*. Desta forma, pode-se prever no design do jogo, cartas que podem ser reconhecidas usando tecnologias diversas (*NFC*, *QR-Code*) ou mesmo informações dadas pelos próprios jogadores.

Outros fatores estão incorporados ao modelo, uma vez que os jogos devem ser desenhados pensando na interação com dispositivos móveis e a heterogeneidade de sensores que eles possuem. A Tangibilidade é incorporada a partir das cartas do jogo e a propriedade de autoajuste instantâneo associado ao comportamento das cartas.

As seções seguintes descrevem o que caracteriza um jogo de carta ubíquo, o conceito criado de cartas sensíveis ao contexto suportado pelo modelo, as funcionalidades deste modelo e como ele foi implementado.

### 4.1 Cartas ubíquas e sensíveis ao contexto

No modelo Tardigrade, três tipos de cartas podem ser usadas no design dos jogos: cartas tangíveis-identificáveis, cartas tangíveis-interativas e cartas sensíveis ao contexto.

Cartas tangíveis-identificáveis são cartas que possuem algum elemento de identificação que permite a passagem de suas propriedades da realidade para a virtualidade. A carta deve possuir algum elemento que permita sua identificação por parte do jogo digital (e.g., *QR-Code*, *NFC*, padrão visual). A Figura 6 apresenta um exemplo de carta tangível-identificável. A carta possui um *QR-Code* que permitirá ao jogo adicioná-la ao *Deck* digital do jogador, ou à “mão do jogador” em um determinado turno ou jogada. As propriedades poderão ser utilizadas dentro da lógica do jogo ou para execução conteúdo multimídia (animação, vídeos).

Cartas tangíveis-interativas são aquelas, que além da identificação, possuem propriedades que variam ou são ativadas de acordo com elementos de interação (e.g., o jogador deve agitar o celular para que ela funcione) ou segundo elementos do mundo digital (e.g., valor randômico de uma variável Dado). A Figura 5 apresenta um exemplo de carta tangível-interativa que utiliza um componente lógico do mundo virtual (um dado virtual)



que gera um valor percentil a cada 100 milissegundos. Para que a carta seja ativada esse valor deve ser menor que 10%.

O conceito de carta sensível ao contexto está atrelado a ideia de que elementos do contexto do jogador ou dos jogadores podem ser interessantes para aumentar, diminuir, ativar ou desativar o efeito de uma carta em um jogo. Por exemplo, em um jogo com estilo inspirado no *Yu-gi-oh!*, cartas de polimerização só poderiam ser utilizadas se o jogador estivesse em um contexto específico (e.g., o jogador deve estar sorrindo em uma manhã chuvosa). O dispositivo digital funciona como verificador dessa condição contextual (detecta o sorriso do jogador e checa a meteorologia daquela localização). Além disso, o *smartphone* pode expandir o efeito da carta ao revelar sons e animações dos monstros que estão sendo fundidos.

Ao utilizar as cartas sensíveis ao contexto, o jogo pode ser qualificado como Jogo Ubíquo já que faz o uso de contexto de entidades diversas, sejam elas usuários, outros sistemas, dispositivos ou a própria aplicação do jogo. Este conceito está associado às definições de contexto e de sensibilidade ao contexto apresentadas [16][1]. Ao reconhecer uma carta sensível ao contexto, um jogo ubíquo deve adicionar essa informação a sua zona de interesse (e.g., rosto do jogador, meteorologia). O efeito da carta acontece quando a entidade na zona de interesse é também uma entidade observável e sua condição de ativação é satisfeita. Essa condição pode ser referente a uma atividade, identidade, localização ou tempo e seu efeito é baseado, não exclusivamente, em execução automática de algo.



Figura 4: Estrutura da carta sensível ao contexto.

A Figura 4 apresenta um exemplo de carta sensível ao contexto e algumas possíveis informações de funcionamento. O tipo de contexto apresenta a entidade de observação que é necessária, no caso refere-se ao sensor de luminosidade. A ação da carta apresenta o que irá mudar quando a condição da carta for atingida. No caso, o jogador ganharia +3 pontos de inteligência. Temos então uma carta cujo comportamento sensível ao contexto é uma execução automática quando a condição de uma atividade de ambiente é favorável. No caso da carta exemplo, o jogador teria ação ativada caso esteja muito claro.

Esses três conceitos de cartas apresentados permitem criar diversos jogos de carta ubíquos, usando ou não o contexto dos jogadores como componentes do jogo. Por exemplo, criar jogos nos quais as cartas disponibilizam itens especiais ou criam um vínculo entre o jogo virtual e o contexto do ambiente. Exemplo: um jogo no qual os poderes do jogador são calculados baseado em dados precisos

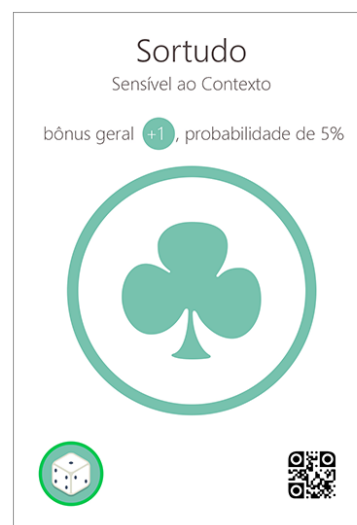


Figura 5: Carta tangível-interativa.

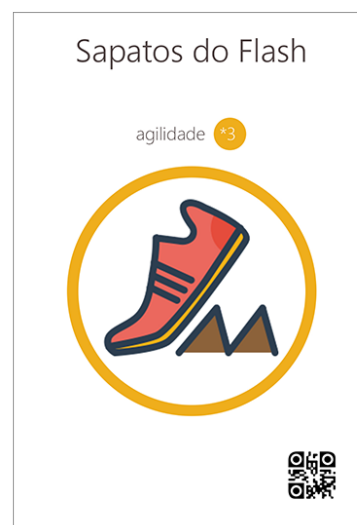


Figura 6: Carta tangível-identificável.

de sensores de luz do ambiente, ou até em *hashtags* utilizadas em redes sociais.

## 4.2 Implementação do Conceito

Para avaliar a viabilidade técnica do modelo Tardigrade, foi realizada uma implementação em Android contendo quatro módulos principais:

1. Módulo de comunicação que faz a descoberta de dispositivos e conexão entre eles;
2. Módulo de gerenciamento de cartas e seus comportamentos, podendo esses serem sensíveis ao contexto utilizando de sensores físicos, lógicos ou virtuais;
3. Módulo de reconhecimento das cartas, que é realizado fora do gerenciador de cartas e
4. Gerenciador de estado do jogo que pode ser compartilhado entre os jogadores conectados através do módulo de comunicação.

Esses módulos foram acoplados ao *middleware* LoCCAM [10] que oferece acesso simplificado a informações de sensores, processamento de contexto e regras de ativação contextual. A Figura 7 ilustra esses módulos e suas relações.

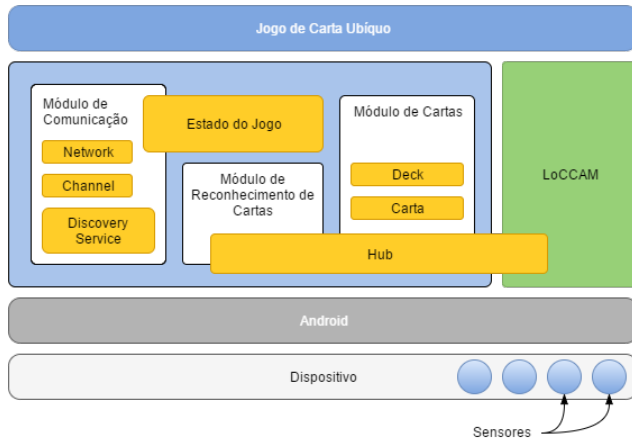


Figura 7: Arquitetura da implementação do Tardigrade.

#### 4.2.1 Descoberta e conexão de dispositivos

Para que seja feita a conexão entre dois dispositivos, um serviço de descoberta é capaz de encontrar os dispositivos e criar um canal de comunicação entre eles. Esse módulo é composto pelo conjunto de três componentes:

- *Network* é responsável por criar a conexão de acesso para os outros dispositivos, recebendo dados desses dispositivos;
- *Channel* é responsável por criar a conexão com o componente *Network* de outro dispositivo para realizar a troca de dados;
- *Discovery* que é responsável por criar um serviço referente ao jogo e também por encontrar e monitorar outros dispositivos com o mesmo serviço disponível.

#### 4.2.2 Cartas e cartas ubíquas

O comportamento das cartas são disparados da mesma forma, independente de ser sensível ao contexto ou não. Toda carta, quando é utilizada a partir do gerenciador de cartas, o componente *Deck*, executa um comando de um componente do tipo *Card*. Elas também possuem um comando de reverter, que pode ser executado para desfazer a ação realizada no comando. O comportamento ubíquo vem de fora do componente carta, mais diretamente do componente *Hub*, que é a interface responsável por agregar o componente de *Middleware* responsável por adquirir o contexto. O conceito de carta sensível ao contexto é implementado nesse módulo.

#### 4.2.3 Reconhecimento de cartas

Um dos recursos mais importantes do modelo de Jogo de Cartas Ubíquo é a tangibilização das cartas físicas para o meio digital. O *Hub* faz chamada à um método *callback*, *OnCardRecognized*, quando uma nova carta é reconhecida pelo identificador de cartas. Os métodos implementados reconhecem cartas tanto por NFC como por QR-CODE. Quando uma nova carta é reconhecida, sua identidade é passada como parâmetro para módulo de reconhecimento que usa tal informação para recuperar a informação da carta usando o componente *Deck*.

#### 4.2.4 Gerenciador do estado do jogo

O estado do jogo é a memória da partida ou do jogador. A forma que essa memória é utilizada varia de acordo com cada jogo e, em casos de jogos multijogadores, ele ainda pode ser compartilhada pelo módulo de comunicação.

## 5 APLICAÇÕES DESENVOLVIDAS

Para avaliar inicialmente a efetividade e a aceitação do Tardigrade, foi criada uma implementação de uma carta sensível ao contexto. Essa escolha deve-se ao fato deste tipo carta ser a mais complexa dentre as propostas no modelo. Essa complexidade é, tanto do ponto vista do jogador, que precisa entender seu funcionamento, como do ponto vista tecnológico, que proporciona a sua efetiva execução.

Duas aplicações foram desenvolvidas para apresentar o conceito de carta sensível ao contexto. A primeira aplicação, chamada Alpha, foi usada nas primeiras avaliações, e a segunda aplicação, Beta, foi desenvolvida para a última avaliação baseada em resultados das primeiras avaliações realizadas.

A proposta de ambas as aplicações é testar o conceito de cartas sensíveis ao contexto, simulando uma parte de um possível jogo. Os recursos das aplicações são os mesmos, sendo a principal diferença entre as aplicações a interface e as informações apresentadas. Para ambas, estavam disponíveis as mesmas três cartas sensíveis ao contexto, e as cartas podem ser reconhecidas usando o QR-CODE impresso na carta ou a etiqueta NFC presente na carta. As cartas podem alterar quatro atributos, apresentados num gráfico do tipo radar na tela do *smartphone*. A ativação do efeito de algumas cartas depende da iluminação do local.

### 5.1 Aplicação Alpha

A aplicação Alpha (Figura 8) apresenta, no topo da interface, todos os contextos que a aplicação pode captar, sinalizados com as bordas verdes quando em uso, vermelho para desligado e cinza para não disponível. O foco da aplicação é o gráfico radar com os atributos modificáveis.

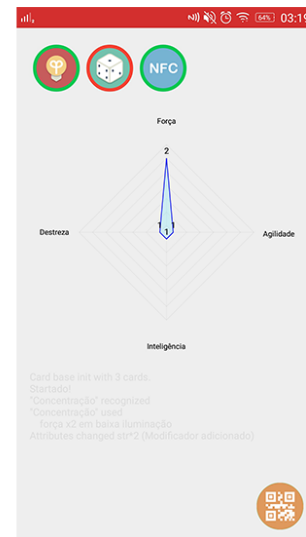


Figura 8: Tela da Aplicação Alpha indicando o gráfico com valores de força a para carta.

Na parte de baixo da aplicação existe um registro de atividades quase invisível usado apenas para seguir o comportamento realizado pela aplicação. E no canto inferior direito está o botão para realizar a leitura da carta por QR-CODE. A Figura 8 apresenta o sensor de luminosidade e o NFC ligado, enquanto o efeito da carta da Figura 4 está ativo.

### 5.2 Aplicação Beta

Construída a partir dos problemas encontrados nas primeiras avaliações, a aplicação Beta (Figura 9) apresenta logo no topo da interface um guia, apresentando a aplicação e seu objetivo.

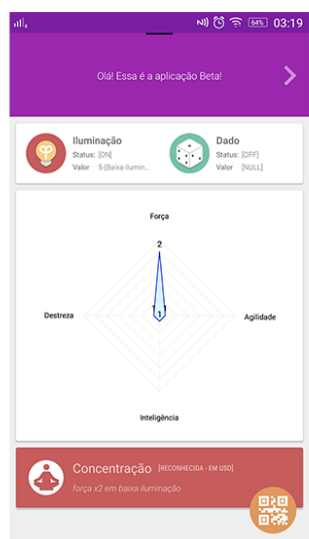


Figura 9: Tela da Aplicação Beta. O Valor da iluminação captada está presente na interface.

Foi mantido apenas os contextos relevantes para o uso das cartas, ignorando sensores que não alteram o comportamento do jogo (como o NFC). Para cada figura de sensor, foi adicionado um rótulo (nome do sensor), um estado textual que pode ser [NULL] para inexistente, [OFF] para desligado e [ON] para ligado, e ainda o valor atual do sensor.

O Gráfico radar foi mantido inalterado, mas as cartas reconhecidas ganharam um espaço com suas informações de ativação e efeito, e um rótulo com o estado da carta, que podia ser [RECONHECIDA - NÃO ATIVADA] quando seu efeito não estava ativo e [RECONHECIDA - EM USO] quando o efeito estava ativo.

As modificações foram feitas para que o usuário da aplicação tivesse mais *feedbacks* sobre o que a aplicação estava realizando, além de tornar a interface mais amigável e agradável de ser utilizada. A Figura 9 apresenta exatamente o mesmo caso da Figura 8, porém é possível observar o estado e o valor do sensor de luminosidade, e a carta reconhecida, e em uso, está explícito na interface da aplicação.

## 6 AVALIAÇÃO INICIAL

O objetivo dos testes iniciais foi avaliar se a implementação do modelo realizava a captura do contexto de forma correta. Em seguida, se os jogadores conseguiam utilizar as cartas sensíveis ao contexto e quais eram as dificuldades encontradas durante esse processo. E como último item, descobrir qual a aceitação do conceito proposto.

Foram realizadas três seções diferentes de avaliação, sendo que duas delas utilizaram como objeto de estudo a aplicação chamada “Alpha”, e a última, utilizando outra aplicação chamada de “Beta”, com alguns melhoramentos em relação a anterior.

### 6.1 Perfil

O perfil dos avaliadores foi variado e pode ser dividido em dois grupos. O primeiro grupo composto por 15 pessoas da cidade de Fortaleza-CE, com jogadores e designers de jogos, e o segundo grupo com sete pessoas da cidade de Palmas-TO, não ligadas à práticas de jogos, mas usuários de *smartphones*. Os grupos de teste de Fortaleza utilizaram a aplicação Alpha, enquanto o grupo de teste de Palmas utilizou a aplicação Beta.

## 6.2 Procedimento

O procedimento de teste foi realizado de forma individual. Cada usuário ouviu uma breve explicação sobre o trabalho e o material necessário para a avaliação. Foram determinadas três atividades a serem realizadas:

1. Fazer o reconhecimento das cartas.
2. Alterar o contexto para ativar o efeito das cartas reconhecidas.
3. Observar se o efeito desejado foi ativado.

Em seguida, o usuário deveria responder a um questionário, levando o tempo que fosse necessário para realizar todo o procedimento.

## 6.3 Materiais e Instrumentos

Os materiais utilizados na avaliação em Fortaleza foram:

- Um *smartphone* (Moto X ou Samsung S4 Mini).
- Três cartas, sendo duas delas sensíveis ao contexto e uma comum, todas reconhecíveis apenas usando *QR-CODE*.

Já em Palmas, foram utilizados materiais diferentes:

- Um *smartphone* (Lenovo Vibe).
- Três cartas, sendo duas delas sensíveis ao contexto e uma comum, todas reconhecíveis usando *QR-CODE* e *NFC*.

O instrumento de avaliação utilizado foi baseado no Sistema de Escala de Usabilidade (*SUS - System Usability System*), um método considerado rápido e com o qual podemos medir o quão usável é o objeto de estudo. O sistema é composto por um questionário de dez itens, formado por cinco pares de assertivas correspondentes que podem ser respondidas em uma escala Likert entre “Concordo Totalmente” e “Discordo Totalmente”. Além disso, uma questão aberta estava disponível para comentários extras. As assertivas disponíveis no instrumento de avaliação eram:

1. Eu acho que gostaria de utilizar cartas sensíveis ao contexto em jogos com frequência.
2. Eu acho que cartas sensíveis ao contexto são desnecessariamente complexas.
3. Eu achei as cartas sensíveis ao contexto fácil de usar.
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com mais experiência para utilizar cartas sensíveis ao contexto em jogos.
5. Eu acho que as funções das cartas sensíveis ao contexto estão muito bem integradas.
6. Eu acho que cartas sensíveis ao contexto apresentam muita inconsistência.
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar cartas sensíveis ao contexto rapidamente.
8. Eu achei as cartas sensíveis ao contexto atrapalhadas de usar.
9. Eu me senti confiante ao usar as cartas sensíveis ao contexto.
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar as cartas sensíveis ao contexto.

## 6.4 Resultados

Do ponto de vista da efetividade do conceito e da sua implementação, os resultados foram extremamente positivos, visto que a maioria dos usuários conseguiram identificar e realizar a ativação das cartas. Entretanto, alguns problemas de implementação foram encontrados, entre eles a falha no reconhecimento de contexto em algumas avaliações, o que interferiu diretamente no resultado da avaliação. A origem da falha veio da implementação que utilizou um serviço de terceiros para realizar a aquisição de contexto e o mesmo não funcionava sempre como esperado.

Já o resultado da aceitação e usabilidade do conceito foi neutro. Dentre as avaliações realizadas, a realizada em Fortaleza revelou um resultado mais positivo, mesmo com a aplicação *Alpha*, possuindo falhas de *feedback* na interface que dificultavam sua utilização. A avaliação feita com a aplicação Beta pode ter sido influenciada negativamente pelo perfil de não jogadores de cartas dos participantes.

Num consenso geral (Figura 10), pode-se observar que em ambas as avaliações as pessoas gostariam de utilizar cartas sensíveis ao contexto em jogos com frequência (Q1), mostrando que o conceito é interessante. Outro ponto positivo da proposta foi que as pessoas acreditam que a utilização dessas cartas pode ser aprendida de forma rápida (Q7).

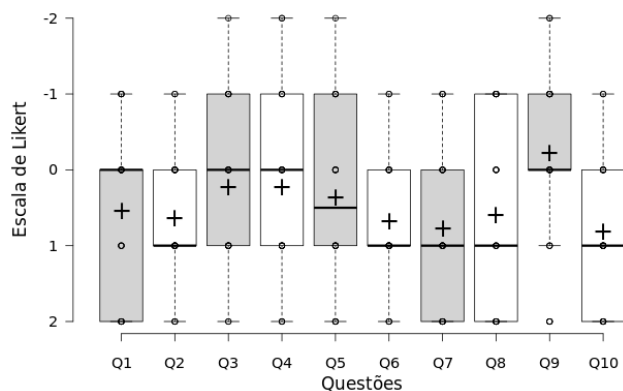


Figura 10: Avaliação do Conceito de Carta Sensível ao Contexto.

As questões Q3, Q4 e Q5, que tiveram resultado negativo, tratam principalmente da facilidade na utilização das cartas. O resultado obtido com a questão Q9 revela que as pessoas possuem certo receio na utilização das cartas. Uma das avaliadoras apontou que: o fato de utilizar um dispositivo desconhecido dificulta a utilização da aplicação, já que essa usa sensores que são posicionados de forma variada e dependente de modelo e de fabricante.

## 7 DISCUSSÃO

Durante as avaliações, foi percebido que as pessoas gostaram da ideia da interação entre cartas físicas em um jogo virtual. Além disso, nos testes com o primeiro grupo, alguns *game designers* sugeriram possíveis usos do conceito e melhorias na interface e na interação. O resultado da avaliação SUS também apontou que ainda há o que ser melhorado no aspecto de usabilidade, principalmente devido a não-trivialidade do conceito de carta sensível ao contexto. Como apontado pelos próprios usuários durante o processo de avaliação, o conceito novo inicialmente parece obscuro quanto a sua utilização, mas após uma explicação sobre o que se trata o conceito e suas possíveis aplicações, as pessoas passam a entendê-lo melhor e o enxergam mais simples e interessante para aumentar a experiência de jogos analógicos.

Desta forma, pode-se dizer que a utilização das cartas sensíveis ao contexto é um conceito aplicável e aceito, porém, para serem bem integradas ao jogo, é importante criar uma forma na qual os valores dos sensores e alertas de ativação estejam claros na sua interface digital. Tutoriais de uso das cartas e da ativação contextual são também necessários para diminuir este desafio.

## 8 CONCLUSÃO

A mecânica de cartas sensíveis ao contexto estende as mecânicas dos jogos de cartas existentes, e permite uma gama de possibilidades a serem exploradas por designers de jogos em diversos tipos de aplicações. Uma das possibilidades são jogos que utilizam o

contexto do ambiente, criando cenários e situações de jogo únicas. Outra possível aplicação da abordagem é seu uso para proporcionar acessibilidade de jogos de cartas. Como já documentado em [2], existe uma carência deste tipo de pesquisa.

A implementação do modelo proposto cumpre com seu papel de desenvolver jogos de cartas ubíquos para plataforma Android e atende os princípios de design para jogos ubíquos de Cheung [5] apresentando as mesmas características dos sistemas ubíquos [15], mesmo que este ainda apresente um nível de usabilidade incipiente, conforme foi observado nas avaliações.

Entretanto, as mesmas avaliações mostraram que a proposta chama a atenção e desperta o interesse das pessoas. E conforme esperado pelos *game designers* participantes do grupo focal realizado, tal mecânica foi criada especificamente para esse tipo de jogo, fazendo com que, já na sua concepção, seja necessária uma preocupação de exploração tanto no meio físico como no meio virtual.

Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam desenvolvidos jogos para demonstrar as diversas possibilidades do modelo. E a partir dessas aplicações realizar novas avaliações de usabilidade para esses jogos. Diretrizes para o uso do modelo também serão desenvolvidas para guiar *game designers* para tirar o maior proveito na utilização dos recursos disponíveis no Tardigrade.

## 9 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte parcial da pesquisa pela FUNCAP por meio da bolsa de mestrado do autor principal de 2014 a 2016.

## REFERÊNCIAS

- [1] G. D. Abowd, A. K. Dey, P. J. Brown, N. Davies, M. Smith, and P. Steggles. Towards a better understanding of context and context-awareness. In *Proceedings of the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, HUC '99, pages 304–307, London, UK, UK, 1999.
- [2] M. C. C. Araújo, A. R. Facanha, T. Darin, J. Sánchez, R. M. C. Andrade, and W. Viana. Um estudo das recomendações de acessibilidade para audiogames móveis. In *SBC – Proceedings of SBGames*, pages 610–617, nov 2015.
- [3] S. Björk, J. Holopainen, P. Ljungstrand, and R. Mandryk. Special issue on ubiquitous games. *Personal Ubiquitous Comput.*, 6(5-6):358–361, Jan. 2002.
- [4] B. Calder. Focus groups and the nature of qualitative marketing research. *Journal of Marketing Research*, 14:353–364, 8 1977.
- [5] G. Cheung, A. Lee, K. Cheng, and H. J. Lee. Dispensable, tweakable, and tangible components: Supporting socially negotiated gameplay. *Games and Culture*, 2013.
- [6] C. A. Dias. Grupo focal: Técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. *Informação & Sociedade: Estudos (I&S)*, 10(2), 2000.
- [7] M. Gray. Dream phone, 2015.
- [8] M. Kotry. Alchemists, 2014.
- [9] A. A. Mahmud, O. Mubin, J. R. Octavia, S. Shahid, L. Yeo, P. Markopoulos, J. B. Martens, and D. Aliakseyeu. Affective tabletop game: A new gaming experience for children. In *Horizontal Interactive Human-Computer Systems, 2007. TABLETOP '07. Second Annual IEEE International Workshop on*, pages 44–51, Oct 2007.
- [10] M. E. F. Maia, A. Fonteles, B. Neto, R. Gadelha, W. Viana, and R. M. C. Andrade. Locom - loosely coupled context acquisition middleware. In *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing, SAC '13*, pages 534–541, New York, NY, USA, 2013.
- [11] E. Nieuwdorp. The pervasive discourse: An analysis. *Comput. Entertain.*, 5(2), Apr. 2007.
- [12] C. Noletto, M. Lima, L. F. Maia, W. Viana, and F. Trinta. An authoring tool for location-based mobile games with augmented reality features. In *SBC – Proceedings of SBGames*, pages 140–148, nov 2015.
- [13] K. Römer and S. Domnitcheva. Smart playing cards: A ubiquitous computing game. *Personal Ubiquitous Comput.*, 6(5-6):371–377, Jan. 2002.



- [14] M. Sakamoto, T. Alexandrova, and T. Nakajima. Introducing virtuality to enhance game-related physical artifacts. *International Journal of Smart Home*, 8(2):137–152, 2014.
- [15] R. O. Spínola and G. H. Travassos. Towards a framework to characterize ubiquitous software projects. *Inf. Softw. Technol.*, 54(7):759–785, July 2012.
- [16] W. Viana De Carvalho. *Mobility and Context-awareness for Personal Multimedia Management: CoMMedia*. Theses, Université Joseph-Fourier - Grenoble I, Feb. 2010.
- [17] M. Weiser. The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3):66–75, Sept. 1991.
- [18] X. Yan, B. Evan, R. Iulian, G. Maribeth, and M. Blair. Chores are fun: Understanding social play in board games for digital tabletop game design. In *DiGRA & #3911 - Proceedings of the 2011 DiGRA International Conference: Think Design Play*. DiGRA/Utrecht School of the Arts, January 2011.
- [19] R. Zender, R. Metzler, and U. Lucke. Freshup—a pervasive educational game for freshmen. *Pervasive and Mobile Computing*, 14:47 – 56, 2014.
- [20] Z. Zhou, A. D. Cheok, T. Chan, and Y. Li. Jumanji singapore: An interactive 3d board game turning hollywood fantasy into reality. In *Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE '04*, pages 362–363, New York, NY, USA, 2004.