

# UMA FERRAMENTA DE AUTORIA DE JOGOS MÓVEIS BASEADOS EM LOCALIZAÇÃO PARA APOIAR O PROCESSO DE ENSINO

Ivan R. de Moura, Carleandro de O. Nolêto, Igor Feliciano S. Revoredo

Estácio de Sá – CEUT, Teresina, Piauí

[ivanmoura9@gmail.com](mailto:ivanmoura9@gmail.com), [carleandro.noleto@live.estacio.br](mailto:carleandro.noleto@live.estacio.br), [igor.revoredo@live.estacio.br](mailto:igor.revoredo@live.estacio.br)

**Abstract:** The development of new forms of teaching is challenging and can be considered complex to implement. One of the existing tools that have the potential to meet this need are digital games, since it has characteristics of an entertainment activity, facilitating the learning process. With the use of mobile devices as a platform for digital games, it was possible to create a special class of digital games called location-based mobile games (JMBLs). The playful characteristics present in the JMBLs favor the player's involvement in the proposed activity, making possible the learning process. This article conceives an authoring tool that allows teachers to develop JMBLs with the integration of the augmented reality resource, in order to support the teaching and learning process. The usability of the designed authoring tool was evaluated by a set of experienced teachers. Starting evaluation, it was observed that the authoring tool can, efficiently, auxiliary the teaching process.

**Keywords:** Location-Based Mobile Games; Educational Games; Mobile Devices.

**Resumo:** O desenvolvimento de novas formas de ensino é algo desafiador, podendo ser considerado complexo de ser implementado. Uma das ferramentas existente que possui o potencial para suprir tal necessidade é o jogo digital, pois tem como característica ser uma atividade de entretenimento, facilitando assim o processo de aprendizado. Com a utilização dos dispositivos móveis como plataforma para jogos digitais, surgiu uma classe especial destes, denominada jogos móveis baseados em localização (JMBLs). As características lúdicas presentes nos JMBLs favorecem o engajamento do jogador na atividade proposta, aperfeiçoando o processo de aprendizagem. Este artigo concebe uma ferramenta de autoria que permite professores desenvolverem JMBLs com a integração do recurso de realidade aumentada, com o propósito de apoiar o processo de ensino e aprendizado. A usabilidade da ferramenta de autoria concebida foi avaliada por um conjunto de professores experientes. A partir desta avaliação, observou-se que a ferramenta de autoria concebida consegue, de forma eficiente, auxiliar o processo de ensino.

**Palavras-chave:** Jogos Móveis Baseados em Localização; Jogos Educativos; Dispositivos Móveis.

## I. INTRODUÇÃO

Atualmente, os jogos digitais são uma tecnologia cada vez mais presente em nosso cotidiano, que oferecem uma atividade lúdica capaz de capturar nossa atenção por um longo tempo. Com os avanços de hardware e software dos dispositivos móveis, houve-se a potencialização do seu uso como uma plataforma para jogos digitais, onde possibilitam uma interação com o usuário bastante intuitiva, oferecendo ainda uma série de sensores capazes de reconhecer o contexto em que o usuário

está inserido, como localização, altitude, velocidade, temperatura, etc.

Essas características dos dispositivos móveis, possibilitaram o surgimento de uma classe especial de jogos digitais, denominada Jogos Móveis Baseados em Localização (JMBLs). Estes são uma subclasse dos jogos pervasivos, onde a localização do jogador deve fazer parte de suas regras e mecânicas. Os jogos pervasivos não se restringem ao espaço virtual das telas dos computadores, extrapolam estes limites, passando a integrar aos aspectos físicos e sociais do mundo real [1]. [2] define os JMBLs como jogos que se baseiam na localização do usuário para as tomadas de decisões, criando assim uma interface entre os espaços físicos e virtuais. Eles possibilitam que ações realizadas pelos jogadores no espaço real influencie seu desempenho no espaço virtual, alguns exemplos de JMBLs são: Ingress, que foi desenvolvido pela startup Niantic do Google, Pokemon GO, concebido por meio da colaboração entre Niantic, Nintendo e The Pokémon Company. Deste modo, oferecem aos seus jogadores experiências inovadoras, capazes de atrair a atenção e interesse de um grande número de adeptos. A tecnologia de realidade aumenta (RA) pode ser integrada aos JMBLs, segundo [3] RA consiste na sobreposição de ambientes reais e virtuais em tempo real através de um dispositivo tecnológico, potencializando assim o poder de entretenimento da experiência oferecida pelo JMBL.

As características apresentadas pelos JMBLs, torna esse tipo de jogo uma tecnologia em potencial de modo a colaborar no processo de ensino e aprendizado de forma prazerosa. Com isso existe a possibilidade de o professor adicionar em sua didática de ensino a aplicação de JMBLs educativos, conseguindo assim gamificar o processo de ensino. O processo de gamificação se dá através do uso de mecanismos de jogos em outros contextos para envolver usuários a resolver problemas reais [4]. Porém há um empecilho para que essa metodologia se torne viável, que é o fato do processo de desenvolvimento de um jogo digital não ser trivial, onde é requerido o conhecimento de várias tecnologias que são aplicadas no processo, além de necessitar do conhecimento de especialistas de diferentes áreas, como por exemplo, programadores, designs, sonoplastas, roteiristas, etc, ou seja, é um processo complexo, ainda mais se tratando de um JMBL com RA, que se deve ter a preocupação com contexto em que o usuário está inserido, tornando ainda maior o desafio do desenvolvimento. O professor que não possui o conhecimento necessário para produção, não terá êxito nesta tarefa. Assim, torna-se necessário soluções que capacite professores a criarem seus jogos, mesmo sem o conhecimento necessário.

O objetivo deste trabalho é gerar uma ferramenta de autoria para permitir que professores concebam seus próprios JMBLs

com a integração de realidade aumenta com objetos em 2D, onde é possível aplicar o conteúdo a ser lecionado. A ferramenta irá abstrair a necessidade do conhecimento de uma linguagem de programação por parte do utilizador e apresentará para o usuário uma interface intuitiva, ou seja, sem a necessidade de grande esforço para conseguir interagir com a ferramenta concebida.

Este artigo está organizado da seguinte forma: Na seção II apresenta a metodologia usada para conceber este artigo; Na seção III discute os conceitos sobre jogos móveis baseados em localização; Na seção IV apresenta a ferramenta de autoria concebida; Na seção V expõe uma avaliação realizada sobre a ferramenta de autoria concebida; Na seção VI apresenta a conclusão e os trabalhos futuros sobre este artigo.

## II. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a produção deste artigo foram realizadas algumas etapas. A etapa de levantamento bibliográfico tipo exploratório foi executada com o objetivo de obter conhecimentos teóricos e técnicos sobre os JMBLs e de sua integração com realidade aumentada. Posteriormente realizou-se a etapa de estudo de trabalhos já existente que possuem relação com este artigo, buscou-se descrever a problematização que o artigo busca sanar, citada anteriormente, assim como a solução proposta. Com base nas informações levantadas, buscou-se o início do processo de desenvolvimento da ferramenta de autoria proposta. Inicialmente realizou-se o levantamento de requisitos e modelagem, por fim executou-se a implementação.

Com objetivo de avaliar a usabilidade da ferramenta de autoria concebida, selecionou-se um conjunto de professores pertencentes a áreas distintas de conhecimento, foi incumbido a estes professores a tarefa de criar um JMBL através da ferramenta. Após a experiência de uso, foi aplicado a estes professores o formulário ISONORM 9241/110-S [5], que foi modelado com base nos sete princípios de diálogo apresentados na Norma ISO 9241-110.

## III. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção será apresentado conceitos importantes para o desenvolvimento do presente trabalho. Serão abordados temas com relação aos jogos móveis baseados em localização no intuito de esclarecer suas características e potenciais.

### A. Definição Jogos Móveis Baseados em Localização

Em um passado próximo o espaço urbano era muito utilizado para atividades lúdicas, onde se exercitava a comunicação e convívio, ou seja, havia interação com o mundo externo, mas com a chegada dos consoles dos jogos digitais, o número de adeptos das atividades urbanas diminuiu, onde houve-se o temor que ocorresse o aprisionamento do jogador as telas dos consoles. Os JMBLs podem quebrar este paradigma, mostrando que os jogos digitais podem extrapolar as telas dos consoles para o espaço urbano, onde o jogador passa a vivenciar um jogo que tem relação com o mundo real e está potencialmente disponível em qualquer lugar e a qualquer hora [6]. Nos JMBLs, os jogadores usam o espaço urbano como cenário de jogo, os jogadores portam consigo um dispositivo móvel que possui algum tipo de sensor de localização, onde ela

influi no desempenho do jogador. Dentro da literatura é possível encontrar jogos com estas características, como por exemplo Human Pacman [7], GeoWars [8], Ingress, Pokémon GO, entre outros.

Os JMBLs são uma subclasse dos jogos pervasivos, que são definidos como jogos que invadem o espaço urbano e a vida cotidiana, criando uma interface entre os espaços virtual e físico[9]. Os JMBLs utilizam as mídias locativas para se apropriarem do espaço urbano. As mídias locativas são definidas como um conjunto de tecnologias e processos informacionais cujo conteúdo informacional vincula-se a um lugar específico[10]. São exemplos de mídias locativas o Sistema de Posição Global (GPS - Global Positioning System), QR Codes, dispositivos móveis, etc. É através delas que se torna possível a implementação da principal característica dos JMBLs, a integração da localização do jogador na sua lógica e regras. A tecnologia de Realidade Aumentada (RA) pode ser integrada aos JMBLs para potencializar suas atividades lúdicas. A ferramenta de autoria concebida possibilita a criação de JMBLs com realidade aumentada, onde será possível adicionar objetos 2D sobre o mundo real.

[11] propôs uma classificação para os JMBLs em três classes: Jogos baseados em localização, Jogos baseados em localização com realidade mista e jogos baseados em localização com realidade aumentada. Os jogos baseados em localização integram a posição dos jogadores como elemento principal das regras do jogo, jogos baseados em localização com realidade mista adiciona uma camada virtual para o mundo real, que é incorporado por raciocínio cognitivo e os jogos baseados em localização com realidade aumentada incorpora uma camada virtual sobre o mundo real visualmente perceptível, através de tecnologias.

A ferramenta concebida por este trabalho possibilita a criação de jogos baseados em localização com realidade aumentada, onde será possível adicionar objetos 2D sobre o mundo real.

### B. Jogos Móveis Baseados em Localização Presentes na Literatura

Na literatura, existe uma grande quantidade de JMBLs que possuem enredos e propostas capazes de imergir o jogador em um ambiente de entretenimento. Realizou-se um estudo sobre estes jogos, com o objetivo de levantar informações pertinentes as suas características, que poderão ser aplicadas aos JMBLs gerados pela ferramenta de autoria concebida para potencializar o processo de ensino e aprendizado.

Savannah [12] é um jogo móvel baseado na localização modelado e concebido para estimular a aprendizagem sobre os comportamentos reais dos leões, para isso, oferece um ambiente colaborativo para executar atividades lúdicas. Um grupo de alunos constituem o papel de um leão dentro do jogo, onde poderão explorar uma área aberta real que realiza uma integração com o espaço virtual, ou seja, toda atividade executada no espaço real afeta o seu status no espaço virtual. Para participar desta experiência, os jogadores portam dispositivos tecnológicos equipados com GPS e WIFI, são utilizados para explorar e manter as atividades dos leões. Os jogadores trabalham em grupo para caçar alimento, dividir os

recursos alcançados e traçar estratégias para obter mais recursos dentro do jogo. Após os jogadores elevarem seu nível, retornam a toca, que consiste em uma sala para refletir sobre o desempenho do grupo usando uma interface projetada e compartilhada (Figura 1), a partir dos resultados identificados os jogadores traçam novas estratégias.

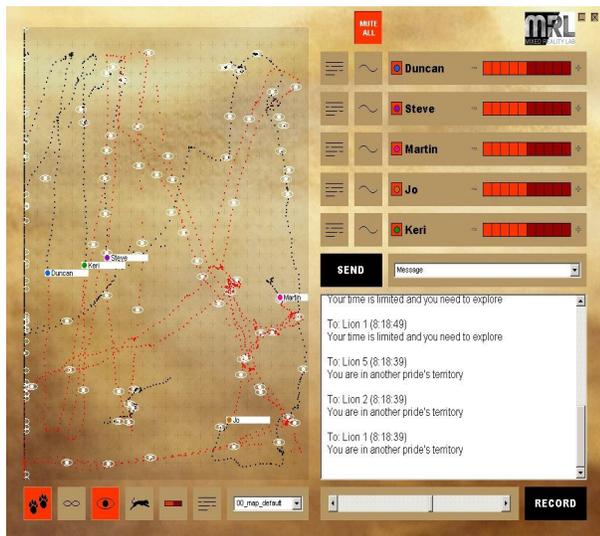


Figura 1. Interface compartilhada para revisar e controlar as missões [12]

A figura 1 apresenta a interface projetada, onde o enredo de uma missão pode ser visto à esquerda da interface como uma série de testes e marcadores estabelecidos pelos jogadores, a área superior direita mostra os níveis atuais de energia dos leões e a parte inferior direita é para enviar e exibir mensagens de texto.

Outro JMBL presente na literatura é o Can You See Me Now? [13], que torna possível a inserção de jogadores em uma cidade virtual, onde se encontram jogadores reais conectados ao serviço. O objetivo principal do jogo é perseguir e capturar jogadores que, munido de dispositivos capazes de obter sua localização, fogem por ruas reais da cidade. Para a realização da atividade proposta pelo jogo, é necessário que exista a interação entre os jogadores online e jogadores que se localizam no espaço urbano, estes devem captura-los para conseguir êxito na tarefa. Este JMBL potencializa as relações sociais entre o jogador e o cenário de jogo, aumentando assim as ações reais necessárias para completar sua missão.

Ingress é um jogo móvel baseado na localização que possui um enredo bem elaborado, suas características foram capazes de atrair um grande número de adeptos. Sua narrativa é baseada no conflito de dois grupos: iluminados e resistência, que disputam portais de acesso à energia presente no espaço urbano. A figura 2 apresenta a interface inicial, composta pelo mapa integrando a localização do jogador e dos portais de energia. Para interagir com os portais, os jogadores devem se aproximar da localização real deste, dispondo como referência o mapa. Ao navegar até a localização, o jogador pode efetuar ações, como por exemplo hackear, atacar ou implantar defesas ao portal. Este JMBL utiliza as mídias locativas, como GPS,

etiquetas georreferenciadas, redes WIFI, 3G e 4G, dentre outras, para alcançar êxito em suas características locativas.



Figura 2. Interface inicial do JMBL Ingress

Pokémon GO é um jogo móvel baseado na localização que utiliza a realidade aumentada para potencializar suas mecânicas. Para utilizá-lo, o jogador deve portar um dispositivo móvel equipado com GPS e câmera. Este JMBL propicia aos seus jogadores as atividades de capturar, batalhar e treinar criaturas virtuais, nominadas de Pokémon, que se situam espalhadas por todo o mundo. Sua interface principal (figura 3) é composta por um mapa incluindo as localizações das mecânicas disponíveis para o jogador.

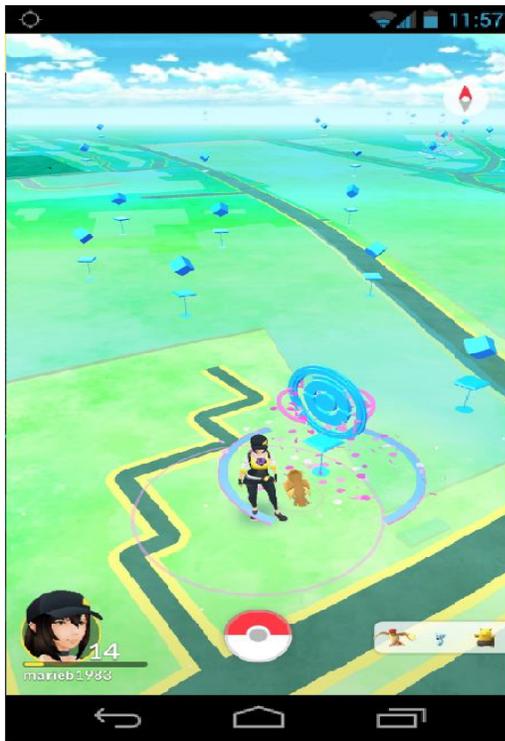


Figura 3. Interface principal do JMBL Pokémon GO

Todos os jogos citados partilham características semelhantes aos JMBLs gerados pela ferramenta de autoria concebida, mesclam o espaço virtual com espaço real, utilizando a localização e o deslocamento dos jogadores em suas regras e mecânicas. Identificou-se que o enredo criado pelo JMBL é um fator importante para conseguir engajar o jogador na atividade proposta.

### C. Designer da Interface para a Ferramenta de Autoria

Uma ferramenta de autoria para JMBLs deve possibilitar que seus usuários desenvolvam suas aplicações utilizando componentes pré-configurados [14]. Este, deve possuir um design de interface que ofereça uma interação com o usuário da forma mais simples possível. Os trabalhos de [14] e [15] apresentam uma interface que possibilita usuários não programadores a desenvolverem seus próprios JMBLs. A ferramenta concebida por [14] integra em suas funcionalidades a biblioteca OpenBlocks [16], que permite criar as regras e mecânicas dos jogos por meio de blocos, ou seja, uma linguagem visual, oferecendo assim maior flexibilidade de uso. Estas mecânicas podem ser adicionadas aos jogos por meio de um mapa. Para conceber sua ferramenta, [15] realizou um estudo das interfaces de outras ferramentas de autorias e efetuou entrevistas com desenvolvedores experientes de um JMBL. A figura 1 e figura 2 apresentam o design das ferramentas de autorias citadas.



Figura 4. Design de Interfaces para ferramentas de autoria de JMBL [14]

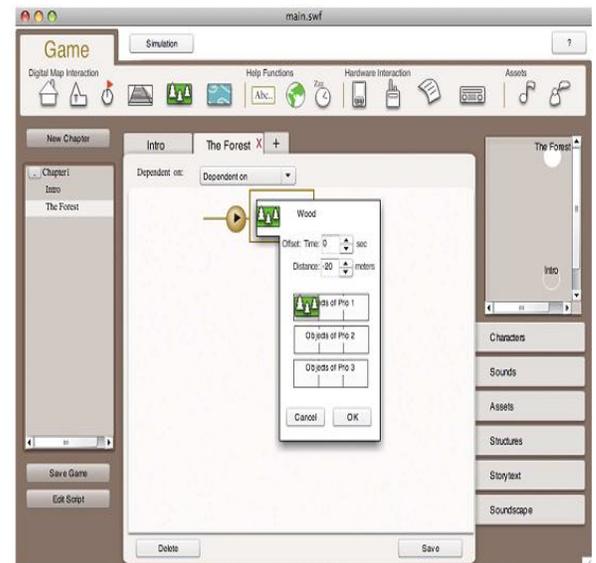


Figura 5. Backset Playground – Editor de JMBLs [15]

As duas ferramentas mencionadas possuem características semelhantes em suas interfaces, o mapa contendo as mecânicas do jogo fica posicionado sempre ao centro da interface, com as paletas que são usadas para adicionar as mecânicas ao jogo ficam dispostas em suas laterais. O estudo destes trabalhos foi utilizado como base para desenvolver o design da interface do editor da ferramenta de autoria concebida.

### D. Trabalhos Relacionados

ALRA (Aventuras Locativas em Realidade Aumentada) é uma ferramenta de autoria que possui entre suas características a criação e execução de JMBLs com realidade aumentada. Esta

ferramenta torna possível a criação colaborativa de novas aventuras, assim como a vivência por meio de um dispositivo móvel ou de desktop[17]. Ela é composta por quatro ambientes: o primeiro é a página web, responsável por permitir o autor modelar a aventura proposta; segundo é o ambiente de execução dos jogos através de um dispositivo móvel; o terceiro é um ambiente para a criação e configuração dos jogadores; e por último um ambiente de monitoramento e controle das ações dos jogadores.

Observando o exemplo da aplicação de uma aventura criada na ferramenta, exposto no trabalho[17], identificou-se a falta de características de jogos. No caso citado, calouros de uma universidade utilizaram o JMBL gerado pela ferramenta para explorar o ambiente físico delimitado pela universidade. A partir da leitura do exemplo citado, verifica-se a falta de retribuições para o jogador, como por exemplo pontuação, prêmios, entre outras. Com isso, possui mais características de um guia do que um jogo para explorar locais.

Outra ferramenta que pode ser citada é a Tidy City Scout, que possibilita seus usuários criarem conteúdos próprios, adicionando missões que envolvem um nível de dificuldade, uma categoria, um texto de pista e uma imagem de indício, criando a partir destas missões enigmas que são inseridos em pontos da cidade. Com a ajuda de seus smartphones, os jogadores pegam enigmas que estão espalhados em torno do ambiente e mostra em um mapa. Esta ferramenta é executada na plataforma android e apresenta uma interatividade fácil para a criação das mecânicas do jogo [18]

#### IV. FERRAMENTA DE AUTORIA DE JOGOS MÓVEIS BASEADOS EM LOCALIZAÇÃO

##### A. Arquitetura

Após o término do processo de revisão da literatura, foi possível identificar as características dos JMBLs. A partir dessas informações, foi elaborado uma arquitetura de software que possibilita gerenciar todo o processo que envolve a ferramenta de autoria proposta, desde a modelagem, até a execução do JMBL gerado. A arquitetura é composta por três componentes: editor do jogo, servidor e aplicação móvel. O servidor é responsável por gerenciar as informações sobre os jogadores e jogos. A aplicação móvel foi concebida para a plataforma Android, onde a mesma é responsável pela execução dos jogos desenvolvidos no editor, é através deste componente que os alunos participam da atividade lúdica proposta pelos professores. A arquitetura foi construída baseada no modelo cliente-servidor, onde o servidor é o componente central que fornece serviços aos demais componentes. A figura 6 apresenta uma visão geral da arquitetura desenvolvida.

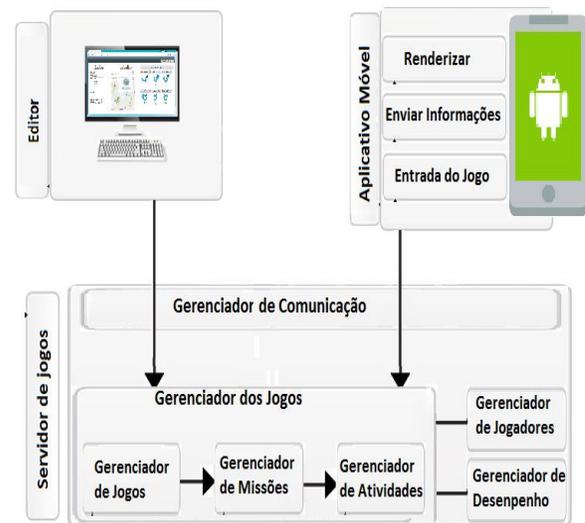


Figura 6. Arquitetura da ferramenta concebida

1) Servidor: É o componente responsável por responder a todas solicitações de serviços realizadas pelo editor e aplicação móvel, ou seja, é o componente que capacita os demais a funcionar satisfatoriamente. Este é dividido em seis componentes: gerenciador de comunicação, gerenciador de jogos, gerenciador de missões, gerenciador de atividades, gerenciador de jogadores e gerenciador de desempenho.

O gerenciador de comunicação é o componente responsável por controlar o fluxo de informações entre o servidor e os demais softwares que compõem a arquitetura. Todos os dados dos jogos e jogadores são tratados por esse componente.

O gerenciador de jogos é responsável por controlar todos os jogos desenvolvidos pela ferramenta. Os jogadores solicitam acesso aos dados dos jogos ao servidor, neste momento, este componente intercepta a requisição, e identifica qual o jogo requerido. Já o gerenciador de jogadores controla informações referentes aos jogadores, como seus jogos, missões, desempenho.

O gerenciador de missões é responsável por controlar todas as missões de cada jogo, desde a sua configuração, até a realização. Este componente também é responsável por gerenciar os estados das missões, permitindo assim a identificação do progresso de cada jogador. Cada missão possui um tipo de atividade lúdica, podendo ser ela, responder um quiz locativo ou capturar um objeto com realidade aumentada. O controle destas atividades é responsabilidade do gerenciador de atividades.

O gerenciador de desempenho controla os dados estatísticos dos jogadores em cada jogo. É através deste componente que se torna possível montar relatórios sobre as atividades lúdicas praticadas pelos jogadores.

2) Editor do jogo: É uma aplicação web que possibilita professores a modelar e conceber JMBLs. Sua interface deve conseguir se comunicar com o usuário de forma que não necessite grande esforço para se alcançar êxito nesta

interatividade entre software e usuário. Para suprir esta necessidade, foi realizado um estudo dos trabalhos de [14] e [15], já dissertados anteriormente, assim foi possível desenvolver o designer da interface do editor com base nos resultados destes trabalhos.

Os professores poderão acessar o editor do jogo de qualquer dispositivo digital, com um navegador web e acesso à internet. O professor deverá criar um perfil na tela de cadastro, liberando assim a utilização de todas as funcionalidades oferecidas pelo editor.

A tela de modelagem do jogo (figura 7) é onde se localiza a maioria das configurações, possui um mapa com a localização e descrição de todas as missões e atividades já criadas, deste modo, é possível identificar visualmente toda a estrutura do jogo que está em desenvolvimento. A partir desta é feita a navegação para a tela de modelagem das missões, onde oferece a funcionalidade de criar atividades, que são adicionadas a lista de atividades da missão em desenvolvimento.

As atividades disponíveis são: quiz locativo e capturar um objeto de realidade aumentada. O quiz locativo necessita que o aluno se locomova até um ponto do espaço urbano, onde responderá um quiz, obtendo assim uma pontuação. Na atividade capturar um objeto de realidade aumentada, necessita que o aluno se locomova até um ponto do espaço urbano, identifique e capture um objeto, recebendo logo após a conclusão, uma mensagem. Todas as atividades são desenvolvidas de forma que insira o aluno dentro de um ambiente lúdico, com objetivo de engajar o aluno na atividade proposta pelo professor.

3) Aplicação Móvel: É o componente responsável por oferecer o ambiente lúdico modelado pelos professores no editor, interage diretamente com os alunos. Foi desenvolvido para ser suportado pela plataforma android. Sua interface foi projetada para operar de forma responsiva, ou seja, capaz de se adaptar a todos tamanhos de telas dos dispositivos móveis, objetivando oferecer uma melhor experiência de uso.

Para ter acesso a todas as funcionalidades disponíveis, o aluno deve criar um perfil na tela de cadastro, logo após estará apto a participar das atividades lúdicas. Cada jogo modelado pelo editor possui um código identificador, os professores são responsáveis por divulgar este código aos seus alunos alvos, ou seja, a quem interessa a atividade proposta. Com posse deste, os alunos podem realizar o download dos arquivos necessários para a execução do JMBL, de forma rápida e fácil, ao término desta tarefa, o aluno se tornará um competidor, onde suas ações dentro do jogo afetam seu desempenho.

A interface inicial do JMBL em execução é bem intuitiva, ela é basicamente composta por dois elementos: um mapa com as localizações das missões disponíveis e uma aba que dá acesso a mochila contendo todos os objetos capturados pelo jogador. A figura 8 apresenta a tela principal do aplicativo móvel.

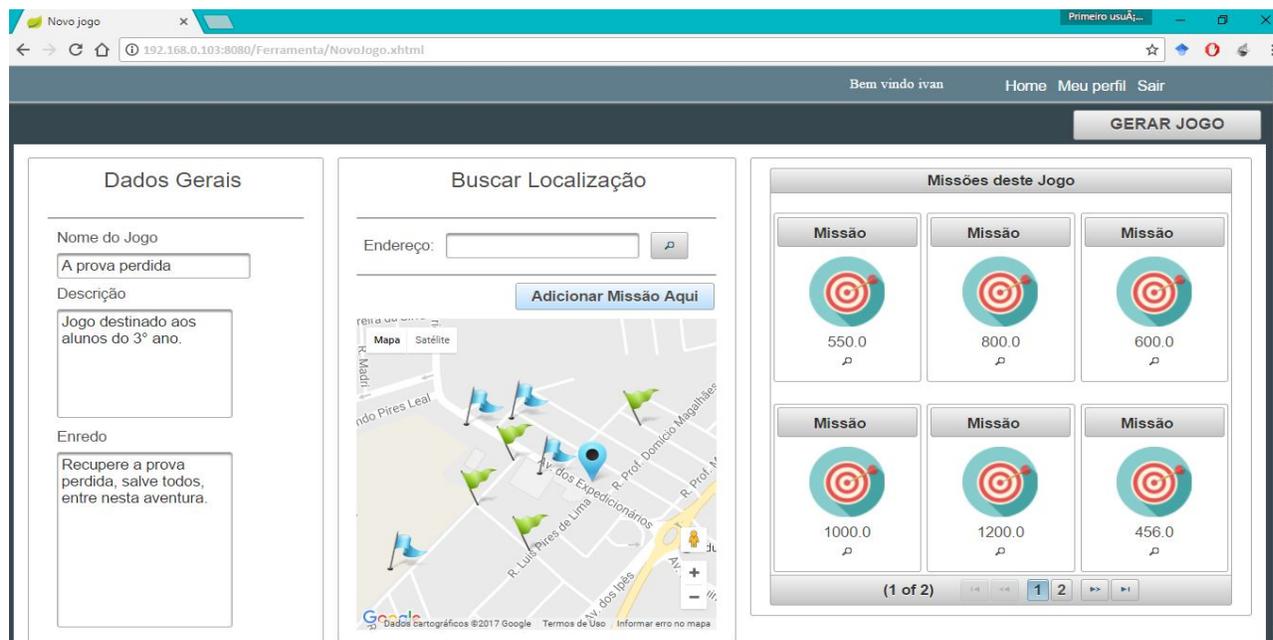


Figura 7. Interface para modelagem de um novo jogo

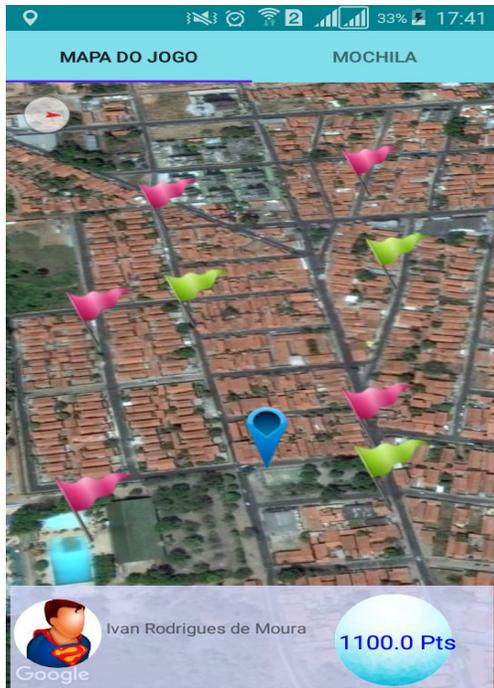


Figura 8. Tela Principal do Aplicativo Móvel

## V. AVALIAÇÃO

A usabilidade avalia a simplicidade e eficiência da interface de usuário. Assim, um bom software deve possibilitar seus usuários utilizá-lo da melhor maneira possível, permitindo executar suas tarefas sem dificuldades, hesitação ou dúvidas. Para avaliar a usabilidade da ferramenta de autoria concebida, foi aplicado o formulário ISONORM 9241/110-S [5], que foi modelado baseado nos sete princípios de diálogo apresentados na Norma ISO 9241-110.

### A. Norma ISO 9241-110

A ISO 9241-110: 2006 determina princípios referentes a ergonomia de design para sistemas interativos. Esta norma é dividida em sete princípios de diálogo formulados em termos gerais, ou seja, retratados sem referência a situações de uso, aplicação, ambiente ou tecnologia. A ISO 9241-110: 2006 centra-se nos princípios de diálogos que possuem relação com a concepção ergonômica do diálogo entre usuário e o sistema, desconsiderando qualquer outro aspecto do design [19]. Os princípios são:

**1. Adequação para a tarefa:** O sistema deve fornecer para o usuário apenas informações necessárias para concluir a tarefa atual requerida, omitindo informações que não convém naquele momento. É importante relatar ainda, que este princípio também se aplica as informações de ajuda requerida pelo usuário, ou seja, a ajuda deve estar vinculada somente a tarefa atual.

**2. Auto-descrição:** O usuário deve compreender o diálogo imediatamente a partir do feedback emitido pelo sistema. Um sistema interativo deve fornecer uma forma de diálogo que seja facilmente compreendida, sem a necessidade de explicações aos seus usuários. O usuário deve ser capaz de identificar facilmente todas as funcionalidades disponíveis, e quais ações devem realizar para conseguir êxito em sua tarefa.

**3. Conformidade com as expectativas dos usuários:** O diálogo deve se adaptar às expectativas do usuário. O sistema deve requerir apenas conhecimentos que o usuário tenha sobre a tarefa a ser desenvolvida, adaptando-se ao nível de experiência que seu usuário possui sobre a tarefa.

**4. Adequação ao aprendizado:** O diálogo deve guiar o usuário no processo de aprendizagem do uso das funcionalidades do sistema, ou seja, deve induzir o usuário aprender ao invés de memorizar as formas de diálogos disponíveis para atingir êxito na execução da tarefa. Para satisfazer este princípio, o sistema pode oferecer mecanismos para facilitar o aprendizado, como tutorias, assistentes, documentação.

**5. Controlabilidade:** O sistema deve permitir que o usuário consiga iniciar a interação e determinar o ritmo de todo o processo, determinando qual direção quer tomar, até a conclusão da tarefa iniciada. A velocidade da interação deve ser ditada pelo usuário. Se o diálogo for interrompido, o usuário deve ser capaz de identificar o ponto de retomar o diálogo.

**6. Tolerância a erro:** O sistema deve auxiliar o usuário na detecção de erros cometidos na entrada, o sistema deve identificar todas as entradas que possam causar falha no diálogo entre o sistema e o usuário. Erros devem ser relatados ao usuário de forma que seja fácil identificar o processo para corrigi-lo. Os sistemas que possuem a capacidade de corrigir os erros de entradas automaticamente, devem informar para o usuário as correções que foram realizadas.

**7. Suporte à individualização:** A interface do sistema deve permitir mudanças para se adequar as necessidades e experiências individuais apresentadas por cada um de seus usuários.

O formulário ISONORM 9241/110-S [5] individualiza cada princípio da norma ISO 9241-110, onde são medidos a partir de três itens. As respostas são gradativas, se situando entre dois polos, onde o esquerdo é o extremo negativo, e o direito, positivo. A figura 9 mostra os itens do princípio da tolerância a erros.

O Software ...	... .. - /+ + ++ +++	O Software ...
SW17	correção de erros geralmente requer um grande esforço.	correção de erros geralmente requer pouco esforço.
SW18	não fornece uma ajuda concreta para a correção de erros.	fornece uma ajuda concreta para a correção de erros.
SW19	é difícil de generalizar se novas tarefas surgirem para mim.	é fácil de generalizar se novas tarefas surgirem para mim.

Figura 9. Itens do Formulário ISONORM 9241/110-S Tolerância a erros

Esses princípios aplicados ao processo de desenvolvimento da interface de usuário possibilita uma interação humano-computador mais eficiente, evitando problemas de usabilidades, como recuperação de erros ineficientes, informações incompletas, ações desnecessárias para a conclusão de uma tarefa, entre outros.

### B. Perfil dos Avaliadores

Para avaliar a ferramenta de autoria concebida por este trabalho foi realizada duas etapas. A primeira etapa consistiu em apresentar um projeto de um JMBL educativo para um conjunto de professores com diferentes perfis e áreas de conhecimento. O projeto apresenta um roteiro para o desenvolvimento de um conjunto de missões pré-definidas. Os professores receberam a tarefa de desenvolver o projeto proposto através da ferramenta. A segunda etapa foi realizada logo após os professores terem acesso a experiência de uso da ferramenta, efetuando a aplicação do formulário ISONORM 9241/110-S. Dentro do conjunto de professores que participaram da avaliação, três são doutorando e quatro são graduados, suas áreas de atuação são referentes a telecomunicação, matemática, português, computação, biologia e geografia. A figura 10 apresenta gráficos contendo informações sobre o perfil dos professores que participaram desta avaliação.

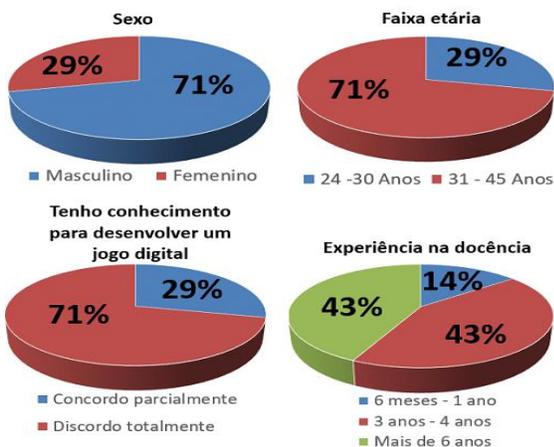


Figura 10. Características apresentadas pelos avaliadores

### C. Resultados

Após a aplicação do formulário ISONORM 9241/110-S aos professores selecionados, foi possível identificar as características de usabilidade da ferramenta concebida, ou seja, gerou-se uma avaliação da eficiência da interação humano-computador oferecida pela ferramenta. Os resultados foram tabulados e apresentados na Tabela I. O resultado foi agrupado segundo os 7 princípios da norma ISO 9241-110.

Tabela I. Resultado da aplicação do formulário ISONORM 9241/110-S

	---	--	-	+/-	+	++	+++
Prin.1	0%	0%	0%	4,76%	23,83%	28,6%	42,86%
Prin.2	0%	0%	0%	23,83%	14,3%	28,6%	33,35%
Prin.3	0%	0%	0%	0%	19,06%	33,35%	47,63%
Prin.4	0%	0%	4,76%	14,3%	0%	14,3%	66,66%
Prin.5	0%	4,76%	4,76%	4,76%	19,06%	33,33%	33,35%
Prin.6	0%	0%	0%	0%	0%	29,4%	70,6%
Prin.7	0%	0%	0%	9,54%	19,06%	9,54%	61,86%

Observando o princípio da adequação para a tarefa (Prin.1), a ferramenta recebeu uma avaliação positiva (soma das colunas +, ++, +++) de 95,29% e 4,76% dos avaliadores não indicaram contentamento ou descontentamento (coluna +/-). Autodescrição (Prin.2) recebeu avaliação positiva de 76,25% e 23,83% dos avaliadores permaneceram neutro em relação a este princípio. Em relação ao princípio da conformidade com a expectativa do usuário (Prin.3), 100% dos avaliadores indicaram que a ferramenta satisfaz esse princípio.

O princípio adequação (Prin.4) para o aprendizado alcançou avaliação positiva de 80,79%, 14,13% permaneceram neutro e o percentual de avaliações negativas (soma das colunas -, --, ---) alcançou 4,76%. Uma pequena parte teve dificuldade no aprendizado oferecido pela ferramenta, citando que a mesma exige memorização de detalhes.

Segundo o princípio da controlabilidade (Prin.5), 85,74% dos avaliadores indicaram que a ferramenta de autoria atende a este princípio, 4,76% permaneceram neutros e 9,52% indicaram índices negativos. Este foi o pior princípio avaliado, identificando que a ferramenta força o usuário a seguir uma sequência de passos desnecessariamente rígida.

Em relação ao princípio de tolerância a erro (Prin.6), 100% dos avaliadores demonstraram está satisfeito com a usabilidade oferecida pela ferramenta. Este foi o princípio que recebeu a maior avaliação positiva.

Suporte para individualização (Prin.7) recebeu avaliação positiva de 90,46%, 9,54% não demonstraram contentamento ou descontentamento em relação a este princípio.

A partir dos resultados obtidos através da execução desta avaliação, foi possível identificar que a ferramenta satisfaz a maioria dos princípios de usabilidade avaliados, permitindo ainda, a identificação das características que devem ser melhoradas na usabilidade da ferramenta concebida, como a controlabilidade e adequação ao aprendizado.

## VI. CONCLUSÃO

Este artigo propôs e concebeu uma ferramenta de autoria que habilita professores, mesmo sem possuir conhecimentos de programação, a desenvolver jogos móveis baseados em localização para auxiliar na sua atividade pedagógica, possibilitando ainda um acompanhamento do desenvolvimento de seus alunos. A ferramenta concebida oferece um editor web que possibilita a modelagem e criação de JMBLs, de forma intuitiva e agradável. Os jogos gerados pelo editor são executados a partir de um aplicativo móvel desenvolvido para a plataforma android, nele é possível executar todos os jogos desenvolvidos no editor, ou seja, é o ambiente onde ocorre as atividades lúdicas proposta pelos professores.

A ferramenta foi avaliada por professores, através da experiência de uso, logo após, realizou-se a aplicação do formulário ISONORM 9241/110-S, onde obteve-se resultados bastante satisfatórios, em especial os princípios adequação para a tarefa, conformidade com a expectativa do usuário, tolerância a erros e adequação para individualização, que receberam avaliações superiores aos noventa por cento. Através desta avaliação foram identificados os pontos a serem melhorados na ferramenta, que serão implementados em um trabalho futuro.

Como trabalho futuro pretende-se acoplar na ferramenta a opção de utilizar objetos multimídias, como vídeos, áudios e adicionar a possibilidade de utilizar objetos 3D. Pretende-se ainda realizar avaliações da usabilidade dos jogos gerados pelo editor.

## REFERÊNCIAS

- [1] Magerkurth, C., Cheok, A. D., Mandryk, R. L., and Nilsen, T. (2005). Pervasive games: bringing computer entertainment back to the real world. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3(3):4–4.
- [2] Lemos, André. Jogos móveis locativos: Cibercultura, espaço urbano e mídia locativa *Revista USP*, 2010, 86: 54-65.
- [3] Kirner, C. and Zorzal, E. R. (2005). Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação -SBIE)*, volume 1, pages 114–124.
- [4] Zichermann, G. and Cunningham, C. (2011). Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps. "O'Reilly Media, Inc."
- [5] PRÜMPER, J. Isonorm 9241/110-s: Beurteilung von software auf Grundlage der internationalen ergonomie-norm din en iso 9241-110. Access date: 18 fev. 2017.
- [6] Benford, S., Magerkurth, C., and Ljungstrand, P. (2005). Bridging the physical and digital in pervasive gaming. *Communications of the ACM*, 48(3):54–57.
- [7] Cheok, A. D., Goh, K. H., Liu, W., Farbiz, F., Fong, S. W., Teo, S. L., Li, Y., and Yang, X. (2004). Human pacman: a mobile, widearea entertainment system based on physical, social, and ubiquitous computing. *Personal and ubiquitous computing*, 8(2):71–81.
- [8] Jacob, J. T. P. N. and Coelho, A. F. (2017). Geo wars—the development of a locationbased game. *Prisma. Com*, (14).
- [9] Montola, M., Stenros, J., and Waern, A. (2009). *Pervasive games: theory and design*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [10] Lemos, A. (2007). *Mídia locativa e territórios informacionais*. Information media.
- [11] Kiefer, P., Matyas, S., and Schlieder, C. (2006). Systematically exploring the design space of location-based games. In *4th International Conference on Pervasive Computing*, pages 183–190.
- [12] Benford, S., Rowland, D., Flintham, M., Hull, R., Reid, J., Morrison, J., Facer, K., and Clayton, B. (2004). Savannah: Designing a locationbased game simulating lion behaviour. In *International conference on advances in computer entertainment technology*.
- [13] Benford, S., Crabtree, A., Flintham, M., Droz, A., Anastasi, R., Paxton, M., Tandavanitj, N., Adams, M., and Row-Farr, J. (2006). Can you see me now? *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 13(1):100–133.
- [14] Wang, A. I., Jurgelionis, A., Guo, H., and Trætterberg, H. (2011). Designing enhanced authoring tools for pervasive games. In *Mobile Gaming workshop (moga) 2011 on the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2011)*.
- [15] Bichard, J., Brunnberg, L., Combetto, M., Gustafsson, A., and Juhlin, O. (2006). Backseat playgrounds: pervasive storytelling in vast location based games. In *International Conference on Entertainment Computing*, pages 117–122. Springer.
- [16] Roque, R. V. (2007). *OpenBlocks: an extendable framework for graphical block programming systems* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- [17] do Prado Rafalski, J., dos Santos, O. L., and de Menezes, C. S. (2013). Um editor colaborativo para descrição de aventuras pedagógicas locativas com realidade ampliada.
- [18] Wetzel, R., Blum, L., and Oppermann, L. (2012). Tidy city: a locationbased game supported by in-situ and web-based authoring tools to enable user-created content. In *Proceedings of the international conference on the foundations of digital games*, pages 238–241. ACM.
- [19] for Standardization, I. O. (2006). ISO 9241-110: Ergonomics of Humansystem Interaction-Pt. 110: Dialogue Principles. ISO.