

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
MARANHÃO – IFMA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE ALGORITMO PARA TRANSPOSIÇÃO BALANCEADA DE
JOGOS BASEADOS EM LOCALIZAÇÃO**

CAXIAS

2019

1. Título do projeto

Implementação de algoritmo para transposição balanceada de jogos baseados em localização.

Palavras-chave: Jogos baseados em localização; Geração Procedural de Conteúdo; Balanceamento de jogos;

2. Resumo

Atualmente o avanço tecnológico dos dispositivos móveis proporcionaram diversos recursos capazes de realizar análises sobre os usuários, tais como, tecnologias de rastreamento, câmeras, sensores e maior capacidade de processamento. Neste contexto, surge o desenvolvimento de novos gêneros de jogos, dentre os quais destacam-se os Jogos Baseados em Localização (JBLs) que são jogos digitais que fazem o uso da localização dos jogadores como peça chave para a jogabilidade, podendo alterar o estado do jogo ao longo de sua execução. A popularidade dos JBLs cresceu vertiginosamente com o lançamento de títulos como Pokémon Go!, The Walking Dead: Our World e Jurassic World Alive. Contudo, para desenvolver este tipo de jogo ainda é uma tarefa complexa pois eles precisam ser executados em diversas partes do mundo. Assim, a presente pesquisa propõe a implementação de algoritmos de transposição balanceada que possibilitem a um JBL ser mapeado automaticamente para qualquer região onde seus jogadores estejam e buscando ainda manter seu nível de dificuldade, tornando a experiência de jogo igual a todos.

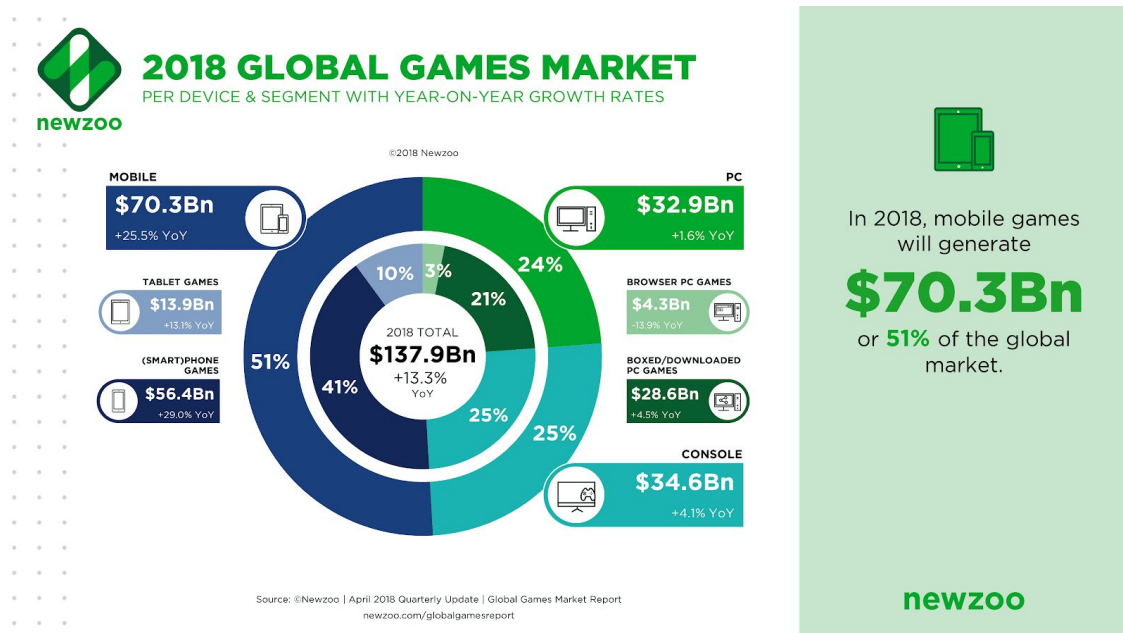
3. Introdução

Na última década, o desenvolvimento e popularização de *smartphones* e *tablets* causaram, em conjunto com a Internet, uma verdadeira revolução tecnológica responsável por alterar o comportamento, cultura e hábitos sociais ao redor do mundo (SARWAR; SOOMRO, 2013). Rapidamente os *smartphones* passaram a ser utilizados como plataforma para execução de jogos e inúmeros títulos foram portados ou desenvolvidos especificamente para estes dispositivos.

A melhora na capacidade de processamento e sua grande popularização provocou uma grande mudança no mercado de jogos e entretenimento. Segundo relatório publicado pela *Newzoo* em Abril de 2018, "o mercado de jogos para dispositivos móveis continuará a ser

segmento que mais cresce na indústria de jogos, mantendo de 10 anos de expansão na casa dos dois dígitos" (NEWZOO, 2018). Além disso, o relatório também menciona que, pela primeira vez, mais da metade das receitas obtidas no mercado de jogos será proveniente de dispositivos móveis, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Gráfico exibindo o mercado global dividido por plataforma.



Fonte: NEWZOO, 2018.

De fato, *smartphones* e *tablets* afetaram não só as vendas dos jogos, mas também alteraram a forma como os usuários passaram a jogar. Antigamente, jogadores eram associados a pessoas que passavam horas em quartos ou salas residenciais utilizando consoles de vídeo-game ou computadores pessoais (NICKLAS et al., 2001). Com a chegada dos dispositivos móveis, usuários passaram a jogar em qualquer hora e em qualquer lugar, promovendo uma mudança no mercado global de jogos digitais, bem como alterando em definitivo o perfil do público que consome *games*. Atualmente, é cada vez mais comum observar pessoas de diversas faixas etárias jogando nos mais inusitados ambientes e situações.

Além de permitir maior mobilidade e acesso a informações, os dispositivos móveis atuais possuem diversos equipamentos embarcados, tais como GPS, acelerômetro, barômetro, termostato, bússola e câmera fotográfica. O uso destes equipamentos permite não somente aos jogadores deslocarem-se enquanto jogam, mas também possibilita o acesso a informações sobre o ambiente em que os jogadores se encontram. O acesso a estas novas tecnologias

permitiu o surgimento de uma categoria de jogos antes impossível de ser implementada (MCGONIGAL, 2003), os Jogos Baseados em Localização (JBLs). Eles podem ser definidos como jogos que, de alguma forma, utilizam a localização dos jogadores visando modificar o estado do jogo ao longo de sua execução, criando assim uma conexão entre o cenário virtual dos jogos e o mundo real por meio do espaço físico (SILVA; SUTKO, 2009).

Consequentemente, a principal característica dos JBLs é a necessidade de deslocamento dos jogadores no mundo real visando atingir determinados objetivos. Recentemente, jogos como Pokémon Go, The Walking Dead: Our World, Jurassic World Alive, Ingress e Ghostbusters World demonstraram o potencial a ser explorado por esta nova modalidade de jogos digitais. Para ilustrar o potencial de mercado dos JBLs, o Pokémon GO, que é o JBL mais famoso conta com uma base de mais de 140 milhões de jogadores ativos e já arrecadou mais de \$ 2 bilhões de dólares (SUPERDATA, 2018).

No momento, tanto a indústria de jogos como a academia têm concentrado esforços na pesquisa e desenvolvimento de JBLs. Por ser uma área de pesquisa recente, apesar dos esforços depreendidos no desenvolvimento de JBLs modernos, diversos desafios ainda estão presentes nos jogos atuais. Dentre eles destacam-se problemas de precisão no rastreamento dos jogadores, transposição dos jogos para múltiplos lugares, prevenção de trapaça, dentre outros. Estes desafios, quando aliados aos novos recursos e interações presentes nos JBLs, culminam em uma alta complexidade de desenvolvimento (VALENTE; FEIJÓ, 2014; GUO et al., 2015; LOCHRIE et al., 2013; REID, 2008).

É com base neste cenário que várias pesquisas têm sido conduzidas, visando solucionar problemas, realizar estudos sobre interação, aperfeiçoar novas tecnologias e investigar padrões de jogo e metodologias de desenvolvimento. Espera-se que os JBLs apresentem maior abrangência e popularização a partir do momento que estes desafios forem solucionados, ampliando ainda mais a presença desta modalidade no segmento de jogos móveis.

A jogabilidade em JBLs é constituída a partir de ações que ocorrem no mundo real, pois o estado do jogo é alterado conforme a localização dos jogadores. Portanto, o posicionamento e os deslocamentos dos jogadores são tão importantes quanto a jogabilidade em si. Consequentemente, um dos maiores desafios para o desenvolvimento de um JBL

consiste em permitir que os jogadores possam executar os jogos em qualquer lugar. Este é um problema presente mesmo nos jogos mais modernos, como *Pokémon Go*, que apesar de ser um enorme sucesso em termos de quantidade de jogadores e número de downloads, não está presente em diversas cidades.

Por exemplo, milhões de usuários de todo o mundo fizeram o download de *Pokémon Go*, para então descobrir que em suas cidade haviam poucos ou nenhum ponto de interação (PAGET, 2016). Este problema é tão evidente que um jornal americano chegou a realizar um comparativo entre a quantidade de pontos por região e a distribuição social e racial da população de algumas cidades dos EUA (HUFFAKER, 2016).

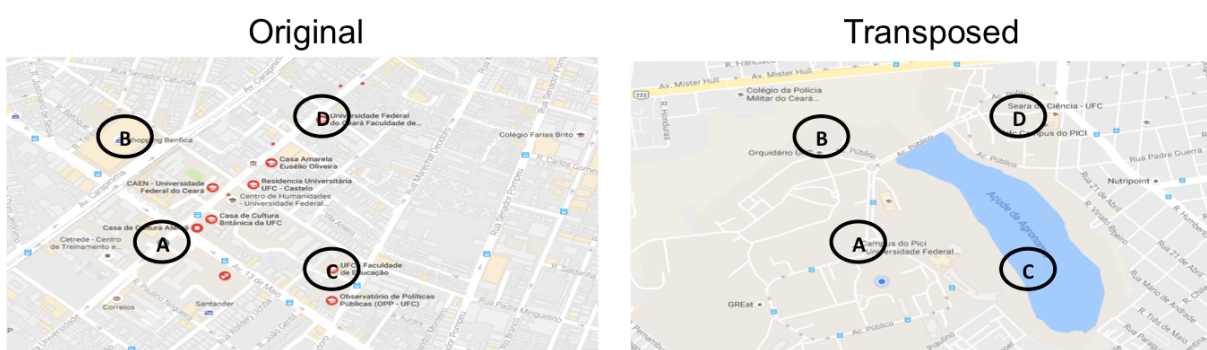
A presente pesquisa propõe a solução deste desafio por meio de um processo conhecido como transposição de JBLs, que consiste em mapear jogos originalmente desenvolvidos em uma localidade para outras regiões. É claro que realizar transposições manualmente é inviável para jogos que se propõem a serem executados em diversas partes do globo, portanto a implementação de um algoritmo capaz de realizar esta tarefa proporcionará grandes avanços para o desenvolvimento de novos JBLs.

Além de viabilizar a transposição de JBLs, outra característica de suma importância abordada neste trabalho envolve o **balanceamento dos jogos transpostos**. O conceito de **balanceamento em jogos** refere-se ao nível de dificuldade enfrentados pelos jogadores, sendo considerado como um dos três fatores de qualidade que contribuem para o engajamento em um jogo (MALONE, 1981). Portanto, a correta transposição de um JBL deve permitir que jogadores de diferentes bairros, cidades ou países não só joguem onde estiverem, mas também possam **competir entre si de maneira justa e balanceada**. Porém, como assegurar equidade nestes jogos? Uma vez que é imprevisível saber onde os JBLs serão jogados e é inviável mapear jogos manualmente para cada ponto do planeta. É com base nestes desafios que **o presente trabalho propõe o desenvolvimento e implementação de um algoritmo responsável por automatizar etapas da transposição de JBLs considerando o correto balanceamento entre os jogos gerados**.

4. Justificativa

Em geral, JBLs mapeiam lugares do mundo real em elementos virtuais dos jogos, portanto os jogadores devem se locomover para locais específicos com o intuito de cumprir metas, coletar itens, encontrar oponentes, etc. Consequentemente, este tipo de jogo pode ser executado em qualquer lugar, desde que exista uma correspondência apropriada entre os elementos virtuais do jogo e a região onde o jogador se encontra. Contudo, uma transposição direta das coordenadas geográficas de um local a outro tende a gerar péssimos resultados, como exemplificado na Figura 3. Neste exemplo, percebe-se o posicionamento de um dos pontos (C) em uma região de difícil acesso.

Figura 3: Transposição direta pode gerar resultados indesejados.



Fonte: Autoria própria.

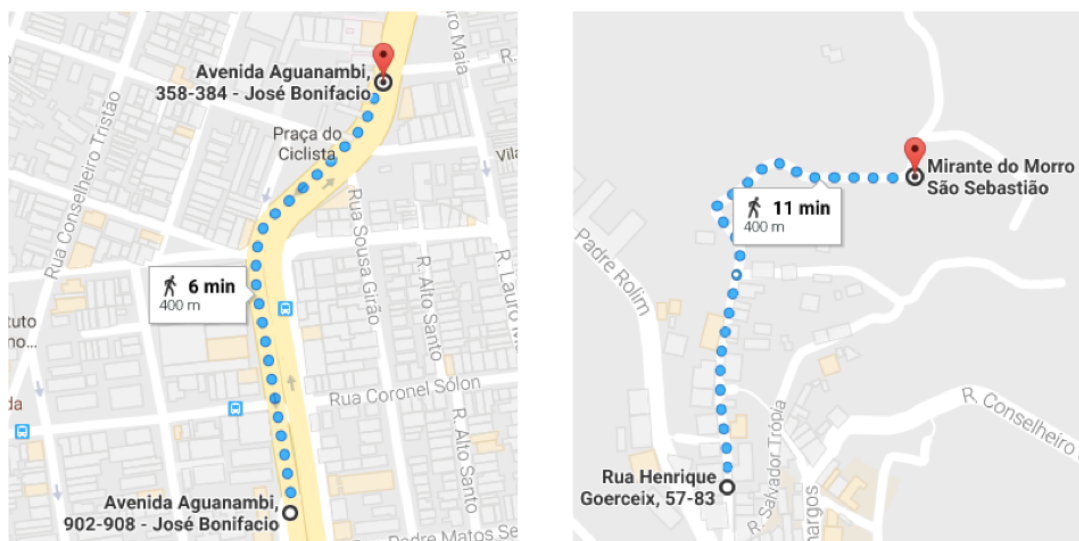
Logo, existem diferentes abordagens utilizadas atualmente para permitir que os jogadores executem os JBLs em qualquer local. Diversos jogos têm utilizado diferentes abordagens para lidar com esta questão. Por exemplo, *Ingress* e *Pokémon Go*, que foram desenvolvidos pela mesma empresa (Niantic Labs), fazem uso de um banco de dados de Pontos de Interesse (POIs) construído a partir de locais históricos e ampliada com a ajuda da comunidade de jogadores. Já jogos menos conhecidos como *Zombies Run!* e *The Walk*, fazem uso apenas do deslocamento dos jogadores e não de sua posição absoluta, desta forma, o local de execução torna-se irrelevante. Outra abordagem foi utilizada pelo jogo *Geocaching*, que permite a edição de pontos de interação por usuários usando a Internet.

Infelizmente, todas estas abordagens apresentam falhas e desvantagens. Por exemplo, no caso dos jogos que usam bases de dados comunitárias ou que permitem a edição dos pontos de interação por usuários, é notória a diferença de distribuição de pontos de interação entre bairros, cidades e até países. Por sua vez, os jogos que usam apenas deslocamento

apresentam pouca imersão e podem ser injustos, uma vez que o esforço de um jogador para percorrer longas distâncias em uma cidade com relevo montanhoso e repleto de aclives será maior que o esforço de um competidor jogando o mesmo jogo em uma cidade mais plana. Estes problemas prejudicam não só o desenvolvimento e popularização destes jogos, mas também impedem que os jogadores de JBLs possam competir ou colaborar entre si, uma vez que pode existir grande desequilíbrio dependendo do local onde são executados.

Um dos principais pontos desta pesquisa consiste na **análise e definição dos locais para onde os jogos serão migrados considerando diferenças geográficas e de esforço entre os jogadores**. Esta análise é fundamental para possibilitar a transposição de JBLs de maneira a preservar seu balanceamento mesmo em múltiplas localidades. Para que haja balanceamento entre diferentes regiões geográficas, peculiaridades regionais, relevo e meios de transporte disponíveis devem ser levados em consideração. A Figura 4 evidencia um exemplo de significativa diferença na estimativa de tempo para realizar percursos de mesma distância.

Figura 4: Comparativo de tempo entre dois pontos de topografia diferente.



Fonte: Autoria própria.

Realizar a transposição de JBLs não é uma tarefa simples pois, dependendo do jogo e do local de execução, diferentes tipos de padrões de jogo podem ser utilizados e áreas inóspitas ou de trânsito proibido devem ser evitadas. Percebe-se então, que o desenvolvimento de algoritmos eficientes para realizar transposição de JBLs de forma balanceada e automatizada é um desafio em aberto dentro da academia, uma vez que a busca por soluções

para o problema de transposição balanceada de JBLs vem proporcionando grandes avanços para o desenvolvimento desse novo gênero de jogos. Diante disso, **propomos uma solução baseada no algoritmo de busca heurística Monte Carlo Tree Search (MCTS), onde o mesmo é capaz de melhorar o balanceamento de jogos em JBLs compostos por POIs.** Apesar de seu potencial como uma técnica de IA capaz de competir a um nível de especialista em Go (COULOM, 2007). Entretanto, o algoritmo MCTS possui **lacunas a serem preenchidas no que diz respeito ao processo de transposição de JBLs.** Desse modo, é preciso que haja uma adaptação desse algoritmo para contemplar a transposição de JBLs, possibilitando que esses jogos sejam executados de maneira eficiente e justa em outros locais mantendo o jogo balanceado.

5. Fundamentação Teórica

Visando disponibilizar meios para facilitar a execução de JBLs na maior quantidade possível de locais, este trabalho **propõe o desenvolvimento de métodos de Geração Procedural de Conteúdo (GPC), também conhecidos como Procedural Content Generation (PCG), para realizar a transposição de JBLs preservando o balanceamento dos jogos entre múltiplas localidades.** A Geração Procedural de Conteúdo refere-se ao uso de algoritmos na criação automática de conteúdo para jogos digitais (TOGELIUS et. al. 2011).

A GPC é uma alternativa rápida e barata para o desenvolvimento de conteúdos complexos em jogos digitais. Em geral, esta abordagem funciona por meio da seleção de versões de um determinado conteúdo com base em características consideradas interessantes. Desenvolver métodos para GPC não é simples, pois criar a maioria dos tipos de conteúdo presente em jogos exige, além do poder computacional, habilidade para avaliar o conteúdo gerado com base em valores técnicos e culturais. Entretanto, GPC têm sido utilizada em jogos digitais por décadas, elaborando elementos como texturas, sons, comportamentos, mapas, vegetação, edificações, ambientes, fases e até regras (HENDRIKX et. al. 2013). Esta vasta aplicação ilustra o sucesso e potencial da GPC nas mais diversas áreas do desenvolvimento de jogos.

Esta pesquisa busca aplicar a GPC na adaptação de mapas de JBLs, de forma a possibilitar a transposição destes jogos para as mais diversas regiões, visando manter o

balanceamento do jogo original. Desta forma, um JBL desenvolvido para uma determinada região poderá ser transposto automaticamente para uma nova localidade, minimizando as diferenças de custo e esforço para jogadores nos diferentes locais de execução do jogo. A partir do desenvolvimento desta pesquisa, espera-se que os JBLs possam ser executados em uma quantidade significativamente maior de localidades. Consequentemente, o acesso aos JBLs será ampliado, especialmente em áreas e cidades com menor poderio econômico que, geralmente, são desconsideradas ou recebem pouca atenção durante o desenvolvimento destes jogos. Além disso, os JBLs estimulam seus jogadores a interagir e explorar áreas vizinhas, o que pode beneficiar economicamente a população destas regiões devido ao fluxo de jogadores visitando lugares até então desconhecidos.

6. Objetivos

6.1. Geral

Desenvolver e implementar um algoritmo capaz de realizar a transposição balanceada de jogos baseados em localização considerando seu balanceamento.

6.2. Específicos

- Investigar os principais Jogos Baseados em Localização presentes no mercado de games e na literatura científica.
- Analisar as dificuldades encontradas para se realizar a transposição balanceada.
- Implementar algoritmo de transposição com base no algoritmo de balanceamento MCTS.
- Realizar testes nos diferentes padrões de jogo utilizados pelos JBLs atuais.
- Divulgar os resultados e tecnologias desenvolvidos por esta pesquisa.

7. Metodologia

Nesta secção serão abordados os métodos e procedimentos utilizados para a realização do trabalho. Primeiramente, será feito o levantamento de dados baseado nos principais JBLs

presentes no mercado, além da realização de análise comparativa dos dados coletados a fim de identificar os erros que impedem com que o processo de transposição balanceada seja realizado. O método de pesquisa quantitativa também será empregado para a realização de testes, no que diz respeito a proposta de implementação do algoritmo, visando avaliar seu desempenho em diversas situações que podem ser encontradas durante a execução do jogo e comparar aos principais algoritmos de transposição já existentes.

Serão realizados comparações de custo e desempenho do algoritmo propostos levando em conta os principais critérios do processo de transposição balanceada, possibilitando a realização de análise de dados. Além disso, serão feitos testes de validação do algoritmo proposto a fim de assegurar que o que foi desenvolvido não apresenta falhas e inconsistências.

O método de progresso deste trabalho se dirigirá pelo método de desenvolvimento por etapas e distribuição de tarefas paralelas para que possa ser compartilhado o que foi estudado e analisado pelo grupo de pesquisa envolvida. O processo de entendimento do algoritmo de transposição balanceada, será realizado por meio de levantamento bibliográfico em artigos, livros e pesquisas na internet. Serão selecionadas novas funcionalidades, arquiteturas e técnicas para a implementação e desenvolvimento do algoritmo para transposição balanceada, conforme o que a literatura aponta como tendência.

Na fase de implementação do algoritmo será adotado o paradigma de programação orientada a objetos (POO), pois possui diversos recursos capazes de trabalhar em conjunto com as diversas APIs (Application Programming Interface), sendo assim possível a utilização de um conjunto de rotinas e padrões de programação para acesso a um aplicativo de software ou plataforma baseado na Web. É essencial que os envolvidos dominem os conceitos, estruturas e componentes desse paradigma.

Na etapa de experimentação e testes serão utilizadas as APIs Google Places e Google Distance Matrix pois ambas possuem abrangência mundial, realizam constante atualização da sua base de dados e disponibiliza várias informações adicionais . Portanto, por meio destas APIs, é possível realizar simulações de transposição de JBLs para as mais diversas partes do globo com informações precisas de custos entre os locais.

8. Plano de trabalho do bolsista

O plano de trabalho do bolsista será executado seguindo o método de desenvolvimento por etapas. Cada bolsista irá realizar uma etapa essencial para o projeto. Desse modo é possível distribuir responsabilidades e desenvolver mais de uma atividade paralelamente, o que reduz o tempo de execução do projeto e otimiza o uso de recursos e conhecimentos. Dessa forma as atividades dos bolsistas são divididas da seguinte atividades:

Atividades do bolsista 1:

- A1.** Aprimorar a capacidade de programação segundo o paradigma de orientação a objetos.
- A2.** Entender a estrutura e funcionamento dos principais algoritmos de transposição de JBLs.
- A3.** Projetar e implementar o algoritmo para transposição balanceada de JBLs baseado no método MCTS.
- A4.** Avaliar o desempenho do algoritmo implementado.
- A5.** Validar o algoritmo proposto.
- A6.** Elaborar o relatório final.

Atividades do bolsista 2:

- A1.** Realizar levantamento e estudo dos principais trabalhos na área de JBLs.
- A2.** Auxiliar no desenvolvimento do algoritmo de transposição balanceada de JBLs.
- A3.** Projetar testes para análise de desempenho do algoritmo em diversas situações.
- A4.** Selecionar os tipos de JBLs a serem analisados pelo algoritmo.
- A5.** Elaborar o artigo científico.
- A6.** Elaborar o relatório final.

9. Cronograma de execução do projeto

Cronograma de execução do Bolsista 1												
Atividades	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19	Jan/20	Fev/20	Mar/20	Abr/20	Mai/20	Jun/20	Jul/20
A1												
A2												
A3												
A4												
A5												
A6												

Cronograma de execução do Bolsista 2												
Atividades	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19	Jan/20	Fev/20	Mar/20	Abr/20	Mai/20	Jun/20	Jul/20
A1												
A2												
A3												
A4												
A5												
A6												

10. Acompanhamento e Avaliação

O acompanhamento e avaliação do presente projeto deverá ser realizado seguindo o conjunto de etapas detalhado no cronograma. Por tratar-se do desenvolvimento e implementação de um algoritmo para tratar de um problema específico, serão realizadas ações sequenciais envolvendo análise do problema e concepção de uma solução geral e eficiente, modelagem do software a ser implementado, codificação do algoritmo em uma linguagem específica, testes para assegurar a robustez e eficiência do código desenvolvido e avaliação da solução. Cada etapa deve ser concluída dentro de um prazo específico para que não ocorram atrasos em etapas posteriores.

Dentre estas etapas, destacam-se a realização de estudos e comparativos envolvendo algoritmos responsáveis por atuar em problemas de semelhante complexidade. Após a etapa

inicial de pesquisa, que deve durar no máximo 3 meses, uma solução algorítmica para o problema de transposição envolvendo balanceamento deve ser projetada e ter seu desenvolvimento iniciado. A etapa de implementação, por ser uma das mais longas e relevantes desta pesquisa, deve ser acompanhada mensalmente a fim de averiguar o desempenho da solução proposta em casos base. Considerando que um dos alunos irá elaborar casos de teste já a partir do terceiro mês de projeto, a implementação do algoritmo poderá ser validada constantemente do início ao fim.

Em seguida, serão realizadas análises acerca do desempenho e eficiência dos algoritmos para realizar a transposição balanceada em diversas regiões do globo. Durante esta fase poderemos avaliar com maior precisão o cumprimento dos objetivos propostos, pois eventuais ajustes no algoritmo podem ser realizados a fim de adequá-lo às necessidades dos diversos tipos de JBLs.

Por fim, nos 3 últimos meses serão destinados à elaboração de relatório técnico final e escrita de um artigo científico para publicação e divulgação dos resultados obtidos pela presente pesquisa.

11. Resultados Esperados

Com o desenvolvimento desta pesquisa, objetiva-se que a implementação do algoritmo de transposição balanceada proposto seja bastante eficiente ao ponto de proporcionar aos jogadores de JBLs uma melhor experiência de jogabilidade. A adaptação do algoritmo MCTS para realizar transposição oferecerá uma vasta disseminação de conteúdos dentro deste cenário, possibilitando o avanço tecnológico desse novo gênero de jogos.

Diante disso, espera-se que o algoritmo de transposição proposto incentive o surgimento de novas pesquisas sobre essa temática, à medida que equalize a experiência do jogo para todos os jogadores, contribuindo assim para aumentar a popularidade dos JBLs, permitindo que eles sejam jogados pelo maior número de pessoas e facilitando seu desenvolvimento.

12. Referências

GUO, H.; TRÆTTEBERG, H.; WANG, A. I.; GAO, S. A workflow for model driven game development. In: Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC), 2015 IEEE 19th International. [S.l.: s.n.], 2015. p. 94–103. ISSN 1541-7719.

HUFFAKER, C. There are fewer Pokemon Go locations in black neighborhoods, but why?. Disponível em: <<https://www.miamiherald.com/news/nation-world/national/article89562297.html>>. Acesso em: 20.02.2019.

COULOM, R. “Efficient selectivity and backup operators in monte carlo tree search,” in Proceedings of the 5th International Conference on Computers and Games, CG’06, (Berlin, Heidelberg), pp. 72–83, Springer-Verlag, 2007.

LOCHRIE, M.; PUCIHAR, K. C.; GRADINAR, A.; COULTON, P. Designing seamless mobile augmented reality location based game interfaces. In: Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia. New York, NY, USA: ACM, 2013. (MoMM ’13), p. 412:412–412:415. ISBN 978-1-4503-2106-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2536853.2536914>>.

MARK HENDRIKX, SEBASTIAAN MEIJER, JOERI VAN DER VELDEN, AND ALEXANDRU IOSUP. Procedural content generation for games: A survey. ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl., 9(1):1:1–1:22, February 2013.

MCGONIGAL, J. A real little game: The performance of belief in pervasive play. Proceedings of DiGRA 2003, 2003.

NEWZOO. Mobile Revenues Account for More Than 50% of the Global Games Market as It Reaches \$137.9 Billion in 2018. 2018. Report. Disponível em: <<https://newzoo.com/insights/articles/global-games-market-reaches-137-9-billion-in-2018-mobile-games-take-half/>>. Acesso em: 20.12.2018.

NICKLAS, D.; PFISTERER, C.; MITSCHANG, B. Towards location-based games. In: Proceedings of the International Conference on Applications and Development of Computer Games in the 21st Century: ADCOG. [S.l.: s.n.], 2001. v. 21, p. 61–67.

PAGET, M. Pokemon Go Players in Rural Areas Upset Over Lack of Gyms and PokeStops. Disponível em <http://www.gamespot.com/articles/pokemon-go-players-in-rural-areas-upset-over-lack-/1100-6441696>>. Acesso em: 20.02.2019.

REID, J. Design for coincidence: Incorporating real world artifacts in location based games. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts. New York, NY, USA: ACM, 2008. (DIMEA '08), p. 18–25. ISBN 978-1-60558-248-1. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1413634.1413643>>.

SARWAR, M.; SOOMRO, T. R. Impact of smartphone's on society. European Journal of Scientific Research, n. 98, 2013.

SILVA, A. de Souza e; SUTKO, D. Digital Cityscapes: Merging Digital and Urban Playspaces. Peter Lang, 2009. (Digital Cityscapes: Merging Digital and Urban Playspaces). ISBN 9781433105326. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=OfUDGUI_GXgC>.

SUPERDATA. 3 reasons why mobile AR developers should focus on ads and not in-app purchases. 2018. Disponível em: <https://www.superdataresearch.com/3-reasons-why-mobile-ar-developers-should-focus-on-ads-and-not-in-app-purchases/>>. Acesso em: 20.12.2018.

J. TOGELIUS, G. N. YANNAKAKIS, K. O. STANLEY, AND C. BROWNE. Search-based procedural content generation: A taxonomy and survey. IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games, 3(3):172–186, Sept 2011.

VALENTE, L.; FEIJÓ, B. Extending use cases to support activity design in pervasive mobile games. In:2014 Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment.[S.l.: s.n.], 2014. p. 193–201. ISSN 2159-6654.

MALONE, T. What makes computer games fun? (abstract only). In:Proceedings of the Joint Conference on Easier and More Productive Use of Computer Systems. (Part - II): Human Interface and the User Interface - Volume 1981. New York, NY, USA: ACM, 1981. (CHI '81),p. 143–. ISBN 0-89791-064-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/800276.810990>>.