

Balanceamento do jogo ESG+P utilizando o *Machinations*: um Estudo de Caso

Farmy Silva¹, Leandro Ouriques^{1,2},
Marcus Parreiras¹, Marcos Magalhães¹, Geraldo Xexéo¹

¹ LUDES - Programa de Engenharia de Sistemas e Computação
COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Avenida Horácio Macedo, 2030, CT, Bloco H, sala 319, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

²Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), Marinha do Brasil
Praça Barão de Ladário S/N, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

{silvafarmy, leandro.ouriques, mparreiras, mfelipe, xexeo}@ufrj.br

Abstract. *This work aims to balance an educational game to teach sustainable development in organizations. Game success is a challenge that relies on balancing the relationships among its elements. Balancing is a complex process, performed over multiple iterations, which starts at inception and continues in tests. We built models of the game's mechanics in the Machinations framework and simulate hundreds of executions and adjust resource gains and costs to achieve the game's objectives. Adopting Machinations in the game design process contributed to identify deadlocks, actions and feedbacks, in addition to improve the design without the need to build a prototype. This case study contributed to demonstrate that balancing the game as early as possible in the development process makes the design feasible and added to the range of evidence that computer simulations, such as Machinations, benefit the balance of a game.*

Keywords. *Game Balancing, Machinations, Game Internal Economy*

Resumo. *Este artigo apresenta o balanceamento de um jogo educacional para ensinar desenvolvimento sustentável nas organizações. O sucesso de um jogo é um desafio que depende do balanço entre seus elementos. O balanceamento é um processo complexo, realizado em várias iterações, que começa na concepção e continua até em jogos de teste. Construímos modelos das mecânicas do jogo no Machinations e simulamos centenas de execuções e adequamos os ganhos e custos dos recursos para atingir os objetivos do jogo. Adotar o Machinations no processo de design do jogo contribuiu para identificar impasses, ações e feedbacks, e aprimorar o design sem a necessidade de construir um protótipo. Este estudo de caso contribuiu para demonstrar que balancear o jogo o quanto antes no processo de desenvolvimento viabiliza o design e somou à gama de evidências de que simulações computacionais, como o Machinations, beneficiam o balanceamento de um jogo.*

Palavras-chave. *Balanceamento, Machinations, Economia Interna*

1. Introdução

Este artigo apresenta o balanceamento do jogo ESG+P [Magalhães et al. 2023] realizado no início do seu processo de design. Em diversos métodos de design de jogos o balanceamento é, tipicamente, conduzido nas etapas mais avançadas quando já

existe um protótipo [Albaghajati e Ahmed 2023]. Contudo, há métodos que defendem o balanceamento em etapas iniciais [Adams e Dormans 2012, Mangeli et al. 2022, Albaghajati e Ahmed 2023].

O jogo ESG+P utiliza a abordagem de Magalhães et al. (2023) que incorpora a dimensão **Pessoas** à prática ESG e analisa os efeitos do Ambiente (*Environment*), **Sociedade** e **Governança** na sustentabilidade dos recursos nas organizações. O propósito do jogo é promover o aprendizado e a reflexão em relação ao desenvolvimento sustentável e à satisfação das partes interessadas nas organizações. Assim, utilizando mecânicas de *roll and write* e *flip and write* combinadas, o jogo oportuniza a aprendizagem do uso adequado dos recursos, aproveitamento máximo, aumento da eficiência, desenvolvimento de novos modelos de negócios e recompensas nas valências de cada recurso [BR 2023].

Balancear o jogo antes de desenvolver um artefato (protótipo) pode reduzir o esforço, o tempo e o custo envolvido [Mangeli et al. 2022]. Adotamos o *Machinations* [Adams e Dormans 2012] para o balanceamento por ser uma ferramenta de simulação visual, que representa o jogo de forma gráfica por meio de diagramas que seguem princípios semelhantes aos da Dinâmica de Sistemas [Sterman 2000].

Schreiber e Romero (2022) apresentam duas reflexões sobre balanceamento. A primeira considera que os designers de jogos costumam gastar muito tempo tentando acertar o balanceamento do jogo, principalmente porque é difícil prever o resultado de um jogo sem jogá-lo e modificá-lo. A segunda analisa o caso de um jogo que não está adequadamente balanceado para os seus objetivos de design e para o seu público-alvo, onde a experiência pode ser arruinada independentemente de ter boas mecânicas ou história. Corrigir um componente com propriedades inadequadas pode, frequentemente, exigir também corrigir outros componentes [Beyer et al. 2016]. Estas reflexões indicam que o sucesso de um jogo depende muito do balanceamento realizado.

2. Referencial Teórico

2.1. Balanceamento de Jogos

O termo balanceamento possui diferentes significados em diferentes contextos [Schreiber e Romero 2022]. O balanceamento ou equilíbrio de um jogo pode ser entendido como uma metáfora para um sentimento que os jogadores têm enquanto jogam [Sirlin 2009] e pode ser associado a uma sensação de harmonia entre todas as partes, semelhante ao conceito de Qualidade Sem Nome (QWAN - do inglês *Quality Without a Name*) [Garvin 1984].

Novak et al. (2012) argumentam que o termo balanceamento explicitamente inclui os conceitos de equilíbrio de jogo estático e dinâmico. Ainda reforçam a afirmação de Rollings e Adams (2003) de que estes conceitos envolvem diferentes partes do jogo e se concentram em manter a habilidade do jogador como o fator principal e decisivo.

Ao longo da criação do jogo, busca-se obter o balanceamento por meio de um design incremental, iterativo, evolutivo, baseado no aprendizado contínuo, elaborado inicialmente com hipóteses e protótipos de baixa fidelidade, e inclui a compreensão dos impactos de cada mudança [Sirlin 2009]. Nesse ciclo de design, a versão mais recente do jogo é constantemente testada e desafiada para ser ajustada até atingir um “perfeito

equilíbrio”. Contudo, a visão de que o estado de equilíbrio perfeito é quase inatingível é comumente defendida [McGonigal 2011, Sahibgareeva e Kugurakova 2021].

A quantidade e os tipos de protótipos usados, a necessidade de se ter grupos focais e a quantidade de iterações para conseguir *feedback* adequado ao balanceamento do jogo são desafios para os designers. Este ciclo de *feedback*, análogo ao ciclo PDCA [Liker 2003], é, na prática, o paradigma predominante para a construção de jogos de alta qualidade.

Alguns pesquisadores buscam visões mais formais do desenvolvimento de jogos para acelerar esse processo e facilitar a busca do designer para melhorar as características de bons jogos. Um dos principais defensores dessas iniciativas é Raph Koster (2013), que defende a necessidade de representações visuais e gráficas para jogo, da mesma forma que criamos modelos de dados ou plantas de prédios. Essas representações poderiam facilitar a compreensão do jogo ou a predição de características. Nesse sentido, há iniciativas que propõem entender jogos como sistemas de informação [Xexéo et al. 2021]; apresentar metodologias de desenvolvimento [Leitao et al. 2021, Mangeli et al. 2022]; e usar, criar ou adaptar linguagens, notações, padrões e ferramentas de modelagem e simulação [Koster 2013, Almeida 2015, Van Rozen 2020].

De acordo com Schreiber e Romero (2022), existem muitos tipos de equilíbrio: matemático, de dificuldade, de progressão, de condições iniciais, entre estratégias, entre objetos de jogos e equilíbrio como justiça. Apesar de ferramentas como *Machinations* parecerem, *a priori*, ser indicadas para equilíbrio matemático, ou muito objetivo, seu uso também pode ser aplicado para os outros tipos, já que tudo depende do que está sendo modelado. Modelos de progressão são fáceis de desenvolver, mas não é necessário ter uma abordagem de simulação “industrial” e até sentimentos podem ser modelados [Ferrada e Camarinha-Matos 2019].

2.2. Trabalhos Relacionados

As pesquisas sobre balanceamento apresentam uma quantidade de aspectos e ideias, desde ciclos de *feedback* até a transitividade dos elementos do jogo ao acaso, mas poucos estudos demonstram o processo de balanceamento de forma direta e concisa na prática [Becker e Görlich 2019]. Os trabalhos relacionados também compreendem os estudos para automatizar o balanceamento.

Chandler e Noriega (2006) propõem utilizar um quadro de avaliação da dificuldade do jogo. Sua pesquisa sobre falhas e sucessos sugere ajustar automaticamente o nível de dificuldade com base nas habilidades dos jogadores.

Chen et al. (2014) aplicaram algoritmos genéticos em um MMORPG para equilibrar as habilidades dos personagens. No entanto, simplificaram muito o modelo de jogo e não consideraram a presença e influência de personagens de outros jogadores. Pfau et al. (2018, 2020) aplicaram Deep Player Behavior Modeling (DPBM) para balancearem outro MMORPG. Ambos resultaram em um desequilíbrio entre as classes, mas um equilíbrio do jogo na totalidade.

Volz et al. (2016) aplicaram agentes de IA em um conjunto de mecânicas para descrever o que torna um jogo balanceado e divertido. Beyer et al. (2016) utilizaram algoritmos de aprendizado de máquina para resolver um problema de desenvolvimento.

Eles concluíram que a IA não joga da mesma forma que um ser humano. Isso implica que o balanceamento automatizado não garante um sistema de jogo em ótima situação de equilíbrio. Assim, buscaram o balanceamento com seus próprios jogadores.

Van Rozen e Dormans (2014) propuseram incorporar uma variante do *Machinations* chamada *Micro-Machinations*, para acelerar o processo de design de um jogo. Eles analisaram a economia interna e ciclos de *feedback* positivo de um protótipo de jogo digital. Tanto o *Micro-Machinations*, como também o *Rachinations* [Almeida 2015], permitem construir módulos reusáveis, o que não acontece no *Machinations*, mas não apresentam interfaces gráficas.

Zaidan et al. (2016) modelaram e testaram a economia interna de um jogo digital independente com o *Machinations*. Eles identificaram e resolveram *deadlocks* e balancearam o sistema do jogo analisando as interações dos ciclos de *feedback*. Stephens e Exton (2021) simularam no *Machinations* a mecânica de compra de itens em lojas para avaliar a economia interna e medir os limites superiores da inflação em jogos *multiplayers online*. Por fim, o *Machinations* também foi utilizado para simular outros contextos relacionados a jogos, por exemplo, processos de gamificação [Ašeriškis e Damaševičius 2014, Lithoxidou et al. 2018].

Os estudos aqui relacionados quase sempre trataram o processo de balanceamento como uma fase posterior ao design e utilizando protótipos. Eles também argumentam que o balanceamento é uma tarefa de ajuste fino, difícil, demorada e custosa porque os designers devem iterativamente ajustar os atributos (parâmetros) do design do jogo e executar longos testes para avaliar as mudanças.

Os estudos que utilizaram o *Machinations* parecem se voltar em sua maior parte para a economia interna ou conceitos similares. Isso pode ocorrer pela forma como o *Machinations* é apresentado com o foco no estudo da gestão de recursos do jogo [Adams e Dormans 2012].

3. Metodologia

O balanceamento do jogo ESG+P aspira verificar a possibilidade dos jogadores alcancem a pontuação mínima para satisfazer as quatro partes interessadas após cinco rodadas. Está é uma restrição importante, pois para Magalhães (2023) as cinco rodadas cabem em um tempo de aula e permitem a mediação do conteúdo.

O *Machinations* foi utilizado para simular as mecânicas especificadas para o jogo e balancear sua economia interna. Os elementos analisados incluem as faixas de ganhos e custos dos recursos nas etapas em cada rodada, e os pesos dos recursos na pontuação das partes interessadas.

Primeiramente, criamos modelos que simulam as mecânicas das etapas do jogo separadamente. Em seguida, consolidamos os modelos das etapas em um modelo mais completo para simular o jogo e apresentar a pontuação das partes interessadas controlando a sequência das etapas em rodadas. O balanceamento ocorre simulando o modelo completo por meio de ciclos de simulações. Ao fim de cada ciclo, ajustamos os valores e pesos dos elementos analisados. Decidimos que havendo 40% ou mais de condições para os jogadores alcançarem a pontuação mínima e satisfazerem as quatro partes interessadas dentro de cinco rodadas seria a condição ótima de ajustes para este momento.

4. Estudo de Caso: Jogo ESG+P

Esta seção apresenta o design e o balanceamento do jogo ESG+P, que está sendo desenvolvido por uma equipe de especialistas no LUDES - laboratório de Ludologia Engenharia e Simulação da COPPE-UFRJ. O propósito do jogo é ensinar o desenvolvimento sustentável nas organizações por meio da satisfação de suas partes interessadas.

4.1. Design

As organizações geralmente medem a sustentabilidade por meio de seus recursos Ambientais (*Environment*), Sociais e de Governança. O jogo usa a abordagem “Desenvolvimento Sustentável ESG+P” [Magalhães e Eckschmidt 2021] que expande o contexto dessa análise incorporando uma quarta métrica: **Pessoas**.

No jogo ESG+P [Magalhães et al. 2023], jogadores assumem o papel de gestores de empresas e enfrentam situações para decidir em quais recursos investir para satisfazer partes interessadas no seu desenvolvimento sustentável. No início, cada jogador recebe uma empresa diferenciada por suas quatro partes interessadas mais importantes, cada uma representa um objetivo diferente. Cada objetivo possui uma pontuação mínima a ser atingida de acordo com sua prioridade: 70, 80, 90 e 100. Os jogadores decidem em quais recursos ESG+P investir para atingir os objetivos da empresa. A pontuação é calculada por uma soma ponderada dos recursos investidos.

Cada jogador inicia o jogo com 10 pontos investidos em cada recurso. A folha de recursos (Figura 1) contém a identificação da empresa e do jogador, quatro fichas para pontuar os recursos ESG+P investidos em cada etapa de cada rodada, um quadro para anotar o cartão Ação - e eventualmente a carta Evento - e a opção que foi escolhida na carta em cada rodada, um gráfico para ilustrar a quantidade de recursos que a empresa possui em cada rodada, e as quatro partes interessadas que devem ser atendidas. O jogo oferece duas mecânicas básicas aos jogadores: “alocar recursos” e “selecionar ação”.

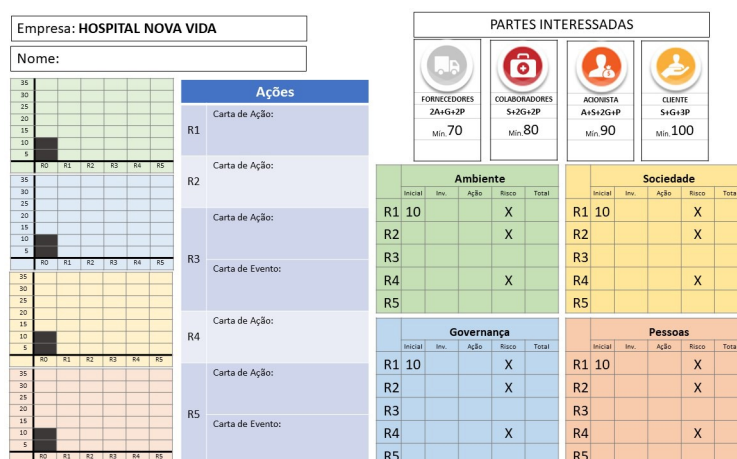


Figura 1. Folha de recursos da empresa [Magalhães et al. 2023]

Cada rodada é composta por duas etapas: **Investimento** e **Ação**. A terceira e a quinta rodada ainda incluem a etapa **Risco**. Essas etapas são descritas a seguir:

Investimento - o mediador lança quatro dados de cores diferentes de seis faces, um para cada recurso. Cada jogador escolhe dois dados e anota os valores investidos na

sua folha de recursos, particularmente na coluna Investimento da linha daquela rodada. Os outros dois dados serão descartados.

Ação - o mediador retira quatro cartas do topo da pilha de Cartas Ação e apresenta aos jogadores. Cada carta ilustra uma possível situação que um gestor enfrentaria. Cada carta tem duas opções que permitem ao jogador adicionar um recurso, mas também pode custar outro recurso. Os ganhos e custos de cada opção estão no verso da carta, logo não estão visíveis. Cada jogador escolhe a carta e a opção, analisando qual decisão melhor atende aos objetivos de sua empresa. Por fim, cada jogador anota o valor investido na ficha de recursos, especificamente na coluna Ação da linha daquela rodada, e eventualmente subtrai o custo do outro recurso na coluna Ação da mesma linha.

Risco - um evento contido em uma carta de Eventos incide um risco que afeta todos os jogadores. Embora um risco geralmente produza um efeito negativo na consecução de um objetivo, um risco também pode ter um efeito positivo diante de uma oportunidade. O jogador deve subtrair ou adicionar recursos afetados pelo risco na coluna Risco da linha daquela rodada. Um jogador ainda pode reagir ao risco, caso atenda uma condição que considere a quantidade de recursos já investidos. Assim, o impacto de um risco negativo pode agravar se o recurso em questão não atender à condição, ou um risco positivo pode beneficiar ainda mais se o recurso atender à condição.

O jogo termina após cinco rodadas. Vencem os jogadores que atingirem a pontuação mínima de cada parte interessada e não esgotem nenhum dos quatro recursos.

4.2. Balanceamento do jogo ESG+P

Primeiramente, apresentaremos três modelos que simulam isoladamente referentes às etapas de Investimento, Ação e Risco. Os modelos utilizam depósitos para representar os recursos ESG+P, contendo inicialmente 10 unidades.

O modelo da etapa Investimento simula o lançamento dos dados (Figura 2) e a escolha dos recursos que serão investidos. O modelo contém um arranjo padrão de elementos para representar cada um dos quatro recursos: uma fonte (*source*) gera um número aleatório de *tokens* guardados em um depósito (*pool*). Um portão (*gate*) é acionado duas vezes para simular, de forma aleatória, a escolha de dois tipos de recursos. Este portão também aciona um contador que controla o número de escolhas. Após a segunda escolha, o contador é zerado e drenos (*drains*) consomem os *tokens* remanescentes nos depósitos.

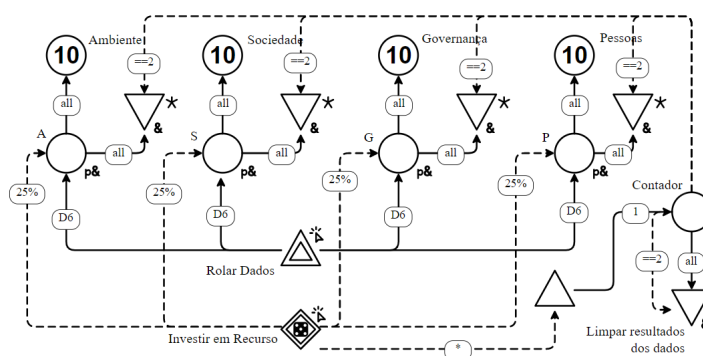


Figura 2. Modelo para simular a mecânica da etapa Investimento

No modelo da etapa Ação (Figura 3), um portão simula pegar uma carta e aciona um ou dois outros portões. O primeiro ativa aleatoriamente uma fonte, que gera de 1 a 6 *tokens* para o depósito de um recurso. O segundo ativa aleatoriamente um dreno que consome de 1 a 4 *tokens* de um depósito, também relativo a um recurso. A quantidade de *tokens* gerados e consumidos é aleatória para simular a variedade das cartas. O modelo abstrai que cada carta possui duas opções, já que os números de *tokens* gerados são aleatórios. O modelo repete um padrão de arranjo de elementos para representar cada um dos quatro recursos.

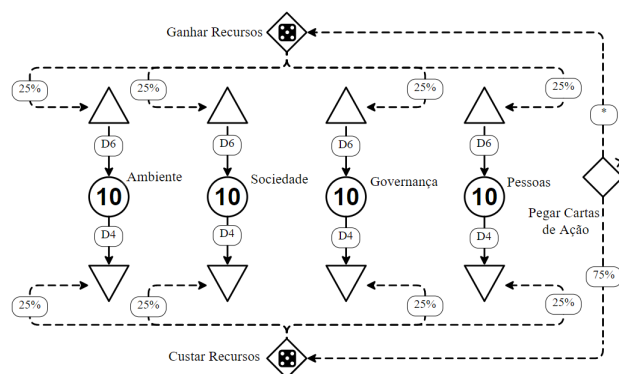


Figura 3. Modelo para simular a mecânica da etapa de Ação

No modelo da etapa Risco (Figura 4), um portão simula pegar uma carta e aciona um dentre dois portões. O primeiro resulta em um risco que produz um efeito negativo, o que é provável. Riscos negativos acionam um dreno que consome *tokens* de um recurso. O segundo resulta em um risco que produz um efeito positivo. Ele aciona uma fonte que gera *tokens* para um recurso. O modelo ainda simula a condição que permite aos jogadores reagirem ao risco, se eles a atenderem. Desta forma, outro dreno pode consumir ainda mais *tokens*, caso o jogador não tenha investido o suficiente no recurso; assim como outra fonte pode gerar mais *tokens* se o jogador investiu no recurso.

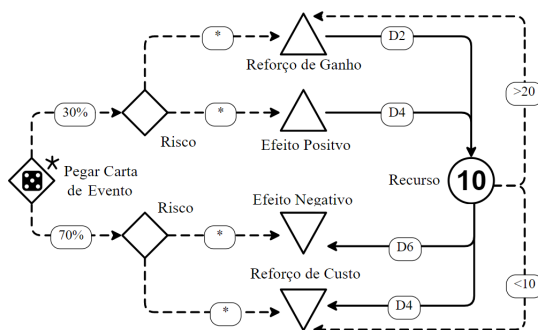


Figura 4. Modelo para simular a mecânica da etapa de Risco

Em seguida, os três modelos foram consolidados em um (Figura 5) para simular o jogo. Este modelo ilustra a satisfação das partes interessadas e controla a sequência das etapas nas rodadas. Um portão aciona as etapas de modo determinístico e um contador encerra a simulação após cinco rodadas. A satisfação das partes interessadas é calculada por somas ponderadas dos recursos investidos pelos jogadores ao longo do jogo. Registradores são usados para exibir a pontuação das quatro partes. Este projeto com-

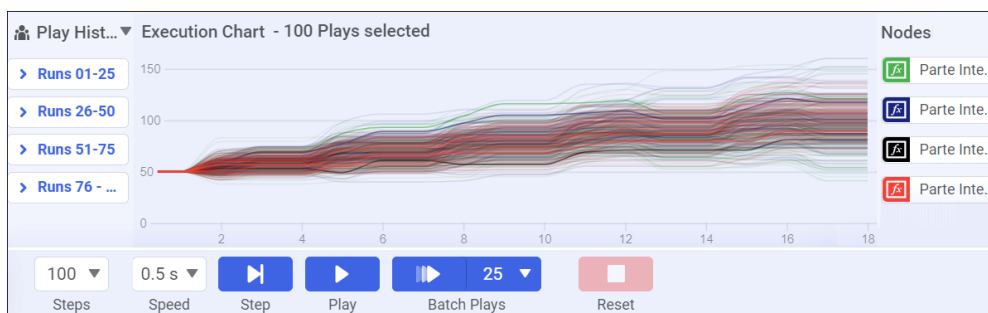


Figura 6. Progresso da pontuação das partes interessadas em 100 execuções

A Figura 7, por sua vez, ilustra a dispersão das pontuações em 100 execuções. O impasse detectado é que algumas partes interessadas eram atendidas dentro de cinco rodadas, mas nunca todas as quatro partes. Assim, os parâmetros que aferimos no modelo foram os pesos dos ganhos e dos custos dos recursos nas etapas do jogo. Esses parâmetros foram ajustados até atingirmos um percentual aceitável de execuções que atendessem às condições de vitória.

Após os ajustes, constatou-se que a pontuação das partes priorizadas atingiu 70, 80, 90 e 100 pontos, respectivamente, em 100%, 88%, 60% e 56% das execuções através do *feedback* fornecido pelo novo modelo do jogo. No entanto, as quatro partes combinadas atingiram o critério de vitória em 40% das execuções. Esse resultado foi considerado aceitável para esta etapa do desenvolvimento do jogo pois se atingia a vitória, apesar de a simulação somente alocar os recursos aleatoriamente, sem considerar as possíveis estratégias dos jogadores em busca da vitória.

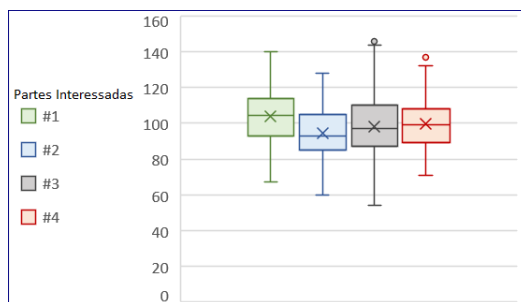


Figura 7. Análise da pontuação das partes interessadas em 100 execuções

6. Conclusão

Este estudo demonstrou que balancear o jogo antes do desenvolvimento de um artefato (protótipo) viabiliza o refinamento do design. Igualmente, corroborou com a gama de evidências de que simulações computacionais, como a realizada através do *Machinations*, podem ser utilizadas para beneficiar o balanceamento de jogos, mesmo que estes não sejam estritamente digitais.

A simulação não resultou em alterações significativas nas mecânicas do jogo. Por outro lado, a simulação comprovou que as mecânicas projetadas atendiam não só a duração específica (cinco rodadas) como também uma exigência do patrocinador do jogo relacionada ao tempo de aplicação em sala de aula. O fato de o jogo ser desenvolvido por uma equipe de designers experientes (especialistas) pode justificar esses resultados.

Modelar e simular as mecânicas separadamente usando o *Machination* permitiu observar e compreender impasses, ações e *feedbacks* que o jogo possibilitava, e o progresso dos recursos em cada etapa: Investimento, Ação e Risco. Assim, a oportunidade para balancear os valores dos ganhos e custos dos recursos no jogo e recriar a solução com ajustes sem a necessidade de realizar centenas de partidas contribuiu para garantir que os objetivos do jogo seriam atingidos em cinco rodadas. Observamos que mesmo que jogássemos uma vez e já atingíssemos as pontuações, alcançando os objetivos, não comprovaria que o jogo estava balanceado.

No entanto, o *design* gerado no *Machinations* não considera a estratégia dos jogadores para alocação dos recursos, o que consideramos uma limitação ao estudo. Apesar de a simulação indicar um percentual de 40% de vitórias em cinco rodadas, um jogador humano pode criar estratégias para maximizar seus objetivos e perceber problemas que estejam conduzindo a partida para as condições de derrota, a fim de evitá-las. O modelo aloca os recursos aleatoriamente, isto significa que o percentual de vezes que as condições de vitória foram atingidas não reflete necessariamente a dificuldade no mundo real do jogo. Por outro lado, esse tipo de simulação pode indicar que o jogo esteja muito fácil, dado que é esperado que ao jogar com estratégia o percentual de vitórias seja superior ao encontrado pelas simulações jogando aleatoriamente.

Como trabalho futuro, sugere-se criar um modelo mais sofisticado que possa antever situações de derrota ou alocar recursos com base nos objetivos e na situação atual. Não programamos situações do jogo que simulem decisões conscientes. Foram usadas duas versões do *Machinations*, a 4.5, que era gratuita, e a versão atual, fornecida em Software as a Service, no modelo gratuito, que limita o acesso a todos os recursos do *framework*. Também seria interessante simular o jogo através do *Micro-Machinations* [Van Rozen e Dormans 2014], do *Rachinations* [Almeida 2015] ou uma nova ferramenta para comparação. Por fim, esperamos que na fase de desenvolvimento do jogo ESG+P, possamos avaliar nos testes com os protótipos se houve redução no esforço, no tempo de desenvolvimento e custos, como defendido por Mangeli et al. (2022).

A partir dessa experiência, também esperamos encontrar uma ferramenta de simulação que forneça a capacidade de criar módulos reusáveis. Este recurso se mostrou essencial para que um modelo mais fidedigno ao projeto fosse construído e testado. Um módulo reutilizável pode beneficiar o projeto de jogos em diversas formas, seja pelo conceito básico de separação de responsabilidades, seja por permitir a melhoria no fluxo de ajustes, ou no escalonamento do projeto.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Brasil sob a RESOLUÇÃO NORMATIVA RN-017/2006; e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil sob o Código Financeiro 001. Famy Silva foi apoiado pelo CNPq. Leandro Ouriques foi apoiado pela Marinha do Brasil.

Referências

Adams, E. e Dormans, J. (2012). *Game Mechanics: Advanced Game Design*. New Riders Games.

- Albaghajati, A. e Ahmed, M. (2023). Video game automated testing approaches: An assessment framework. *IEEE Transactions on Games*, 15(1):81–94.
- Almeida, F. d. Q. B. (2015). Rachinations: Modelando a economia interna de jogos. Trabalho de projeto final de curso, Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Ašeriškis, D. e Damaševičius, R. (2014). Gamification patterns for gamification applications. *Procedia Computer Science*, 39:83–90. The 6th international conference on Intelligent Human Computer Interaction, IHCI 2014.
- Becker, A. e Görlich, D. (2019). Game balancing—a semantical analysis. In *Workshops at the 2nd International Conference on Applied Informatics*.
- Beyer, M., Agureikin, A., Anokhin, A., Laenger, C., Nolte, F., Winterberg, J., Renka, M., Rieger, M., Pflanzl, N., Preuss, M., et al. (2016). An integrated process for game balancing. In *2016 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)*, pages 1–8. IEEE.
- BR (2023). Business Roundtable. <https://www.businessroundtable.org/>.
- Chandler, C. e Noriega, L. (2006). Games analysis how to stop history repeating itself. In *WSEAS International Conference on Multimedia, Internet & Video Technologies*, pages 47–52. Citeseer.
- Chen, H., Mori, Y., e Matsuba, I. (2014). Solving the balance problem of massively multiplayer online role-playing games using coevolutionary programming. *Applied Soft Computing*, 18:1–11.
- Ferrada, F. e Camarinha-Matos, L. M. (2019). Simulation model to estimate emotions in collaborative networks. *Applied Sciences*, 9(23).
- Garvin, D. A. (1984). What does product quality really mean? *MIT Sloan Management Review*.
- Koster, R. (2013). *Theory of fun for game design*. O’Reilly Media, Inc.
- Leitao, T., Silva, F., e Xexéo, G. (2021). Análise de métodos de design de jogos sérios sob a ótica da design science research. In *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 40–47. SBC.
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way - 14 Management Principles From The World’S Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill, 1 edition.
- Lithoxidou, E. E., Paliokas, I., Gotsos, I., Krinidis, S., Tsakiris, A., Votis, K., e Tzovaras, D. (2018). A gamification engine architecture for enhancing behavioral change support systems. In *Proceedings of the 11th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference*, pages 482–489.
- Magalhães, M. F., Parreiras, M., Ouriques, L., Mangeli, E., Silva, F., Valle, E., e Xexéo, G. (2023). An educational game about sustainability based on esg+ p concepts. In *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*, volume 50.
- Magalhães, M. F. e Eckschmidt, T. (2021). *Satisfação das Partes Interessadas: Poderes e Responsabilidades com os Stakeholders em Negócios Conscientes*. CBJourney.

- Mangeli, E., de Classe, T. M., Macedo, H., Marques, P., Costa, L. M., Parreiras, M., e Silva, F. (2022). Games with purpose development methodology by ludology laboratory. In *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference*, volume 49, pages 161–171.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.
- Novak, J., O'Brien, M., e Gish, J. (2012). *Game development essentials*, volume 3. Delmar Cengage Learning.
- Pfau, J., Liapis, A., Volkmar, G., Yannakakis, G. N., e Malaka, R. (2020). Dungeons & replicants: automated game balancing via deep player behavior modeling. In *2020 IEEE Conference on Games (CoG)*, pages 431–438. IEEE.
- Pfau, J., Smeddinck, J. D., e Malaka, R. (2018). Towards deep player behavior models in mmorpgs. In *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pages 381–392.
- Rollings, A. e Adams, E. (2003). *Andrew Rollings and Ernest Adams on game design*. New Riders.
- Sahibgareeva, G. F. e Kugurakova, V. V. (2021). Branched structure component for a video game scenario prototype generator. In *CEUR Workshop Proceedings*.
- Schreiber, I. e Romero, B. (2022). *Game Balance*. CRC Press.
- Sirlin, D. (2009). Balancing multiplayer competitive games. In *Game Developer's Conference*.
- Stephens, C. e Exton, C. (2021). Measuring inflation within virtual economies using deep reinforcement learning. In *Proceedings of the 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, volume 2, pages 444–453. INSTICC, SciTePress.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Irwin/McGraw-Hill.
- Van Rozen, R. (2020). Languages of games and play: A systematic mapping study. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 53(6):1–37.
- Van Rozen, R. e Dormans, J. (2014). Adapting game mechanics with micro-machinations. In *Proceedings of the 9th International Conference on the Foundations of Digital Games*, Ford Lauderdale, FL, United States. Society for the Advancement of the Science of Digital Games.
- Volz, V., Rudolph, G., e Naujoks, B. (2016). Demonstrating the feasibility of automatic game balancing. In *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference 2016*, pages 269–276.
- Xexéo, G., Mangeli, E., Silva, F., Ouriques, L., Costa, L. F. C., e Monclar, R. S. (2021). Games as information systems. In *XVII Brazilian Symposium on Information Systems*, pages 1–8.
- Zaidan, T., Zaidan, D., e Goés, L. F. W. (2016). Game mechanics design: Applying machinations to eliosi's hunt. In *XV Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment*, pages 313–321, São Paulo, SP, Brazil. SBC.