

A gamificação no treinamento e estabilização de uma iniciativa de Manufatura Enxuta: um estudo de caso baseado na ferramenta SMED

Rafael Cintra Vasquez Dias

Fac. de Eng. Elétrica e de Computação
Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP) Campinas, SP
rafaelcvdias@gmail.com

Luiz Carlos Pinheiro Junior

Fac. de Eng. Elétrica e de Computação
Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP) Campinas, SP
frickajr@gmail.com

Leonardo de Souza Mendes

Fac. de Eng. Elétrica e de Computação
Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP) Campinas, SP
lmendes@unicamp.br

Resumo— Na última década, a gamificação tem sido cada vez mais empregada em diferentes áreas e para diferentes fins. Sua aplicação na área Industrial é tida como promissora, ainda que poucas Provas de Conceito tenham sido documentadas se comparadas com outras áreas, como a educação para ciência da computação ou ecologia. Por outro lado, a Manufatura Enxuta e suas ferramentas tem origem e vasta aplicação documentada na Indústria, se propondo a reduzir desperdícios através de iniciativas que aumentam a produtividade e flexibilidade. Uma das etapas mais críticas da implementação desse tipo de iniciativa é o treinamento e estabilização dos novos padrões que são gerados para os funcionários. O trabalho apresenta um estudo de caso onde a gamificação foi efetiva para o treinamento e estabilização de uma iniciativa de Manufatura Enxuta do tipo SMED, em uma Indústria do segmento farmacêutico.

Palavras-chave - gamificação, treinamento, Indústria, Manufatura Enxuta;

I. INTRODUÇÃO

A gamificação pode ser conceituada como o processo de se adicionar elementos de jogos em contextos que não são de jogos [1] [2] [3]. Os autores [1], [4] e [5] ainda adicionam outro objetivo em sua definição: motivar um maior envolvimento dos usuários inseridos na tarefa ou atividade alvo, criando um sistema com motivações e experiências similares às que os jogos proporcionam. A gamificação pode ou não ocorrer em ambientes digitais [6].

Muitas vezes a diferenciação entre gamificação e conceitos correlatos, como Jogos e Serious Games é uma linha tênue. Uma das formas de distinção entre esses conceitos é de que os jogos tendem também a gerar um universo de maior imersão em um mundo simulado, enquanto a gamificação frequentemente se remete a um mundo real [7].

A gamificação tem crescente ampliação de aplicação em áreas de negócio [2][8], sendo que um mapeamento sistêmico das tendências de pesquisas e Provas de Conceito sobre o tema revelou uma maior concentração de trabalhos para a educação de ciência da computação, motivação, sustentabilidade e ecologia [5]. Categorias que se relacionam com o estudo de caso apresentado nesse trabalho, como Gerenciamento e Performance do Trabalho, aparecem com menor relevância.

No mesmo estudo, poucos trabalhos foram encontrados que apresentassem provas de conceito que demonstrassem sua efetividade na Indústria. No mundo dos negócios, onde a Indústria também está inserida, era esperado até 2014 uma taxa de falhas de 80% das aplicações por conta de um desenho falho [9] citado por [8]. Entretanto, a gamificação é vista como promissora para o setor, especialmente para promover

motivação, engajamento, aprendizado e desenvolvimento de habilidades [7], além de ser uma alternativa para formas tradicionais de treinamento que podem consumir muito tempo e serem difíceis de conduzir em empresas com negócios internacionais [3].

Por outro lado, a Manufatura Enxuta é considerada uma filosofia de melhoria de processos consolidada, aplicada há mais de 30 anos e com diversos estudos mostrando a sua efetividade e resultados. É uma abordagem de gestão que, através de práticas e ferramentas, busca reduzir custos e atender a demanda dos clientes de uma fábrica no tempo certo, dentro dos padrões de qualidade estipulados e com o mínimo de desperdício possível [10] [11].

O objetivo geral deste trabalho é relacionar gamificação e o treinamento e estabilização de uma iniciativa de manufatura enxuta, através de um estudo de caso aplicado em uma indústria farmacêutica.

II. BACKGROUNDS

Uma das ferramentas que compõem o arcabouço da Manufatura Enxuta é a SMED (*single minute exchange of die*), proposta por [12]. A tradução livre do nome dessa ferramenta é "troca de ferramentas em um único dígito de minuto", por propor uma metodologia para reduzir o tempo das mudanças de configuração de linha – ainda que, após sua aplicação, o resultado atingido não necessariamente seja inferior a 10 minutos. O tempo em que a linha de produção fica parada, durante a mudança de configuração de uma linha de produção entre tipos de produtos diferentes é chamado de *setup* e é uma ociosidade que aumenta os custos de produção, sendo importante sua redução para maior lucratividade [13].

A sua última etapa, assim como em outras ferramentas da Manufatura Enxuta, é a padronização do novo método entre os usuários: todos os colaboradores devem ser treinados em procedimentos claros para a realização da tarefa, garantindo dessa forma a estabilização dos resultados [11] [15].

III. METODOLOGIA

A gamificação do presente estudo de caso foi realizada em 2017 em uma fábrica de uma indústria multinacional do segmento farmacêutico. Na época, foram coletados e armazenados os dados, imagens e depoimentos para uso interno da corporação. Em 2020, o material coletado foi disponibilizado pela empresa para que pudesse ser alvo de estudo de caso acadêmico. Os dados são relevantes para se analisar os impactos que a gamificação trouxe para os funcionários da empresa na estabilização da iniciativa de SMED. O trabalho foi desenvolvido em uma linha de

produção de embalagem primária, operada por 21 operadores divididos em três turnos de trabalho que se revezam para cobrir 24 horas do dia. A pesquisa foi dividida nas etapas:

1) Aplicação da ferramenta de Manufatura Enxuta do tipo SMED, estabelecendo um novo padrão e treinando os funcionários através de métodos tradicionais. Análise do primeiro mês dos resultados.

2) Aplicação de gamificação como forma de treinar e estabilizar a iniciativa de Manufatura Enxuta. Análise dos dados após 4 semanas de gamificação.

Adotando o estudo de caso como método de investigação, considerando a aplicação da gamificação para treinar e estabilizar os funcionários no novo padrão de *setup*, originado de uma iniciativa de manufatura enxuta do tipo SMED.

A. Aplicação da Ferramenta SMED: Redução do Tempo de Setup

Dentre os diferentes tipos de *setup* existentes nessa linha de produção, duas categorias foram alvo da iniciativa SMED: o *Setup* do tipo Troca de Lote e o do tipo Completo, sendo o segundo um *setup* de maior complexidade por incluir outras limpezas e documentações. A iniciativa foi realizada entre 15 e 31 de março de 2017, com um grupo composto por colaboradores de diferentes áreas da empresa (melhoria contínua, qualidade, manutenção e produção), incluindo os operadores que realizam a tarefa, fator importante de sucesso de uma implementação de SMED [14].

A aplicação da ferramenta SMED seguiu os passos destacados pelos autores [13], realizando as melhorias e, por fim, padronizando e treinando os usuários. Nessa última etapa, os grupos realizaram os *setups* utilizando o novo modelo até atingirem o padrão proposto e, após, iniciou-se a fase de acompanhamento da estabilização dos resultados por 1 mês.

B. Aplicação da Gamificação

No segundo mês após o final da aplicação da ferramenta SMED (maio/2017), iniciou-se o processo de gamificação para o treinamento e estabilização da iniciativa SMED. As análises trazidas nesse estudo de caso se referem às 4 primeiras semanas (de 01/05/2017 a 31/05/2017).

Foi proposta uma gamificação ambientada em um torneio de Fórmula 1, contendo elementos de customização/avatars storytelling, equipes, recompensas, leaderboard e pontuação.

O cálculo da pontuação das equipes considerou a aderência às novas metas de *setup*, mas também a quantidade de ajustes realizadas na semana e volume de produção obtido. Esses dois indicadores foram adicionados à pontuação das equipes para validar a qualidade da execução da tarefa que, além de ser realizada no tempo padrão, deveria deixar o equipamento em boas condições de performance. Ainda, por ser imprescindível a manutenção da segurança das pessoas, a pontuação semanal das equipes seria anulada caso algum incidente ou acidente acontecesse. A relação dos indicadores com a pontuação foi estabelecida da seguinte forma:

- (A): Execução de *setup* = (soma dos tempos de *setup* meta / soma dos tempos de *setup* realizados) x 50%;
- (B): indicador de volume produzido = (quantidade real produzida / quantidade meta por turno) x 50%;
- (C): horas perdidas por ajustes = soma de horas perdidas por ajustes na semana;

$$\text{Pontuação semanal} = [(A + B) \times 10] - C$$

Um adendo à regra fez se necessário: caso a pontuação semanal da equipe fosse negativa, o valor considerado seria igual a zero. Isso porque, pela fórmula em que a pontuação se baseia, caso a equipe tivesse muitas horas de paradas por ajustes (C), a pontuação poderia ser negativa.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no decorrer do trabalho.

A. Iniciativa de Manufatura Enxuta do Tipo SMED

A Fig. 1 mostra o tempo padrão (meta) para os dois tipos de *setup* trabalhados, assim como a média de tempo de execução no período de 01/01/2017 a 15/03/2017, que antecedeu à realização do trabalho de SMED.

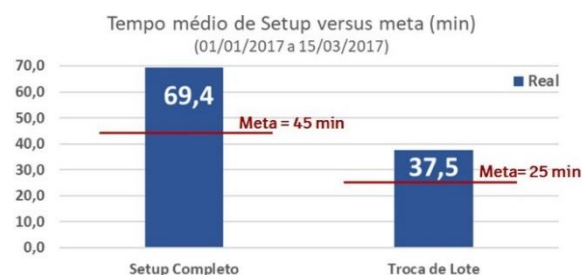


Fig. 1. Tempo médio de *setup* versus tempo meta, para os tipos de *setup* completo e Troca de Lote antes da realização do trabalho SMED

Na Fig. 1, pode-se verificar que para os dois tipos de *setups*, o tempo médio real estava aproximadamente 50% acima do tempo alvo (meta). Essa diferença foi um gatilho para realização da iniciativa SMED.

Os novos padrões de *setup* geraram novos tempos alvo: para o *setup* tipo Troca de Lote, a meta passou de 25 para 15 minutos por evento, enquanto que para o tipo Completo a meta foi de 45 para 35 minutos. Porém, o ganho em tempo real de disponibilidade na linha de produção será ainda maior, já que os *setups* estavam sendo executados em um tempo 50% maior que a meta antes do SMED (Fig. 1).

Após a definição dos novos padrões de trabalho, eles foram impressos e disponibilizados nas áreas da linha de produção para facilitar o treinamento e consulta dos operadores durante a rotina. Após todos os turnos serem treinados nos padrões, iniciou-se a fase de estabilização, onde está o maior desafio de uma boa implementação de SMED segundo os autores [16]. Com a estabilização, o tempo médio de execução dos *setups* analisados deve diminuir.

No primeiro mês de estabilização (Abril/2017), quando também foi realizado um treinamento de reforço, os turnos não apresentaram aderência ao novo modelo. A Fig. 2 mostra o tempo médio dos *setups* no mês de abril de 2017.

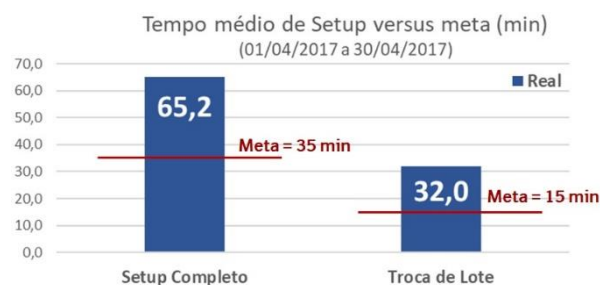


Fig. 2. Tempos médios de *setup* no primeiro mês de estabilização do SMED

Na Fig. 2, observou-se que os tempos médios reais de *setup* estavam quase duas vezes maiores que a meta, corroborando com o observado: o novo padrão não estava sendo seguido. Constatou-se apenas uma pequena redução do tempo médio dos dois tipos de *setup* (cerca de 5 minutos) em comparação com os dados coletados antes da iniciativa ser realizada, conforme demonstrado anteriormente na Fig. 1.

Uma das chaves para a sustentação de uma iniciativa de manufatura enxuta é ter uma força de trabalho envolvida e engajada [11]. Para tal, foi proposta a realização da gamificação, uma forma de treinamento diferente das tradicionais apontadas por [3].

B. Gamificação aplicada para Estabilização do SMED

Para uma implementação efetiva de gamificação, é importante considerar as necessidades psicológicas dos usuários e o contexto do ambiente ou organização onde a aplicação será inserida [4] [7]. Os elementos empregados são listados na sequência e foram extraídos da descrição da gamificação e regras propostas para os funcionários na época da aplicação:

1) **Storytelling:** foi escolhida a temática de corrida de carros tipo Fórmula 1. Foram mostrados aos funcionários vídeos de pit stops, (exemplo notório de troca de rápida de ferramentas) com sua evolução ao longo dos anos. Puderam discutir boas práticas que também estavam presentes no novo padrão de trabalho de *setup*, como: posições da equipe e das ferramentas, atividades combinadas para redução de tempo, simplificação de tarefas e trabalho em equipe. Analisando os vídeos, todos concordaram que o trabalho em equipe e a motivação são fatores fundamentais para que o padrão seja seguido e os resultados atingidos.

2) **Customização/avatars:** cada um dos três turnos, nomearam sua equipe, e escolheram uma miniatura de carrinho de Fórmula 1 para ser o seu avatar: O Turno 1 escolheu um avatar vermelho e o nome de equipe “Ferrari”; o Turno 2 o avatar branco e o nome “Ayrton Senna”; e o Turno 3 o avatar preto e o nome “McLaren Noturna”

3) **Pontos:** a pontuação era atribuída para as equipes e divulgada em um *leaderboard* sem conter nenhuma pontuação individual dos funcionários, sendo nesse ponto diferente das atividades corporativas gamificadas no início dos anos 2000 que, ao invés de gerar motivação nos funcionários, acabaram gerando competição e frustração [7].

4) **Leaderboards:** o quadro da atividade continha os avatares e nomes de equipe, que se deslocavam de acordo com a pontuação obtida. A Fig. 3 exemplifica uma parte do quadro foi fixado na entrada da área, sendo que todo dia no início do trabalho as equipes poderiam ver e conversar sobre sua pontuação.



Fig. 3. Parte do *leaderboard* da gamificação que exemplifica a evolução de pontuação dos avatares em direção aos 100 pontos finais da atividade

5) **Reconhecimento/recompensas:** A recompensa para a equipe ganhadora seria um reconhecimento pelos gerentes da empresa e uma visita técnica a uma outra fábrica, como forma de proporcionar um dia fora da rotina e onde poderiam trocar boas práticas para que se motivassem e também

estivessem mais abertos a participar de iniciativas futuras. Ao verem outras formas de se trabalhar em outra empresa, eles também teriam a oportunidade de quebrar paradigmas e se tornarem multiplicadores do que viram.

6) **Times/equipes:** os participantes que já trabalhavam juntos no mesmo turno agora se enxergariam como um time, com o auxílio dos elementos de *storytelling* e customização/avatars, durante a atividade gamificada.

Com isso, é possível ver que os elementos de jogos foram contextualizados com a proposta da atividade e vão além de apenas criar bonificações, o que está alinhado com [18]. A Fig. 4 mostra a evolução da pontuação das equipes:

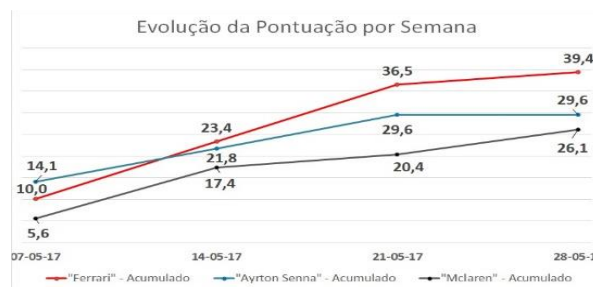


Fig. 4. Evolução da pontuação semanal das equipes durante a gamificação

Observou-se pela Fig. 4 que, na semana 4 (28/05/2017), a equipe Ayrton Senna zerou a pontuação, visto que pelos cálculos aplicados para o período, o resultado seria negativo: -2 pontos. Isso foi causado por ajustes ou baixo volume de produção, já que nenhum acidente ou incidente ocorreu no período.

C. Comparação entre resultados

Durante o período, houve relatos de que os funcionários aguardavam e comentavam as pontuações, questionavam os supervisores e queriam saber os detalhes dos cálculos. Não foi percebido nenhum comportamento negativo de competitividade. Após esse período, uma primeira consolidação de média foi extraída para checar como a motivação observada nas equipes estava refletindo nos resultados, conforme apresentado na Fig. 5.

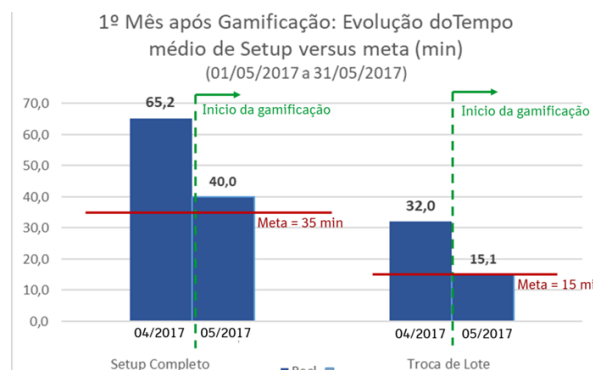


Fig. 5. Tempo médio *versus* meta, antes e depois da gamificação

Pelos resultados demonstrados na Fig. 5, verificou-se um resultado positivo nos tempos médios de *setups*. Quanto ao *setup* do tipo Completo, houve queda significativa no tempo de 65,2 minutos para 40,0 minutos, ou seja, redução de tempo de 25,2 minutos, ainda que não se adequasse totalmente à meta. Quanto ao *setup* do tipo Troca de Lote, o tempo médio se ajustou à meta, com redução de 32,0 para 15,1 minutos, ou seja, cerca de 50% de redução de tempo.

Além dos tempos médios de execução de *setup*, também foi observada a variação de tempo entre os eventos. Segundo [16] uma alta variabilidade de tempo na fase de estabilização pode estar relacionada a falta de padrões disponíveis e/ou treinamento não eficaz. A análise da variação dos tempos de *setup* também ajuda a eliminar o risco de que a média dos tempos atinja a meta sem que a execução esteja padronizada, gerando eventos com tempos muito acima ou abaixo da meta.

As análises das variações durante as diferentes fases do trabalho apenas confirmaram o que se via pelos tempos médios de *setup*. No mês seguinte ao primeiro treinamento, antes da gamificação, os desvios padrão dos tempos de *setup* aumentaram em 20% se comparados ao período antes do SMED, demonstrando a não estabilização. Por outro lado, após o primeiro mês da gamificação, os desvios padrão reduziram significativamente, indo de 86,2 minutos para 30,3 minutos para o *setup* Completo (60%) de redução e caindo de 37,4 minutos para 5,4 minutos para o tipo Troca de Lote (85% de redução).

Assim, comparando-se os resultados antes e após o primeiro mês de gamificação, observou-se efeitos positivos no treinamento e motivação na estabilização da iniciativa de SMED, o que pode ser visto nos resultados dos *setups* realizados, indo de acordo com [17] e [19], que indicam que a gamificação pode proporcionar a melhoria de rotinas de trabalho por aumentar o envolvimento e a eficiência, promovendo engajamento no ambiente corporativo.

IV CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo foi verificado que a gamificação teve efeito positivo no treinamento e estabilização de uma iniciativa de Manufatura Enxuta do tipo SMED em uma linha de produção de embalagens secundárias, nas primeiras 4 semanas de aplicação. Após a aplicação da ferramenta SMED, ainda que padrões visuais foram gerados e as equipes treinadas mais de uma vez, os resultados só foram estabilizados após o uso da gamificação.

O resultado foi positivo quando analisamos os tempos médios de *setup* após as primeiras 4 semanas: para o *setup* do tipo Completo, houve redução de 38% no tempo de execução, ficando pouco mais de 10% acima da meta de 35 minutos do novo padrão; para o *setup* do tipo Troca de Lote, houve redução de mais de 50% do tempo, adequando-o ao novo padrão de 15 minutos.

Os resultados observados nesse estudo de caso se mantiveram estáveis nas semanas seguintes e até nos meses acompanhados após o término da gamificação, mostrando que a gamificação proporcionou a estabilização dos padrões até serem incorporados na rotina dos funcionários. Os dados detalhados dos períodos seguintes serão analisados em próximos trabalhos, mostrando os impactos em longo prazo gerados pela iniciativa.

A equipe ganhadora recebeu reconhecimento e realizou a visita técnica a outra fábrica, o que foi frutífero para que esses funcionários voltassem mais abertos a mudanças futuras e influenciassem positivamente os outros colegas. Algumas semanas depois da gamificação, alguns desses colaboradores foram mesclados entre os outros turnos, para se tornarem multiplicadores.

REFERÊNCIAS

- [1] G. Christians, “The origins and future of gamification. Senior Theses”, University of South Carolina, 2018.
- [2] S. Dunkerley e E. Erturk, “Understanding gamification and its benefits”, *Journal of Applied Computing and Information Technology*, v. 22, n. 1, 2018
- [3] T. Touminen, “Gamifying employee training”, M.Sc. Thesis, University of Tampere, Faculty of Natural Sciences, Software Development. May 2018
- [4] L. Hassan, B. Morschheuser, N. Alexan e J. Hamari, “First-hand experience of why gamification projects fail and what to do about it”, in *Proceedings of the 2nd International GamiFIN Conference (GamiFIN2018)*, Pori, Finland, May 21-23, 2018.
- [5] J. Kasurinen and A. Knutas, “Publication trends in gamification: a systematic mapping study”, *Computer Science Review*, v. 27, p. 33-44, 2018
- [6] M. Fuchs, “Predigital precursors of gamification”, em M. Fuchs, P. Ruffino and N. Schrape, “Rethinking gamification”, Lunenburg, Meson Pr. p. 273- 84, 2014.
- [7] J. Schuldt e S. Friedemann, “The challenges of gamification in the age of Industry 4.0: Focusing on man in future machine-driven working environments”, em *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE, 2017. p. 1622-1630
- [8] N. Xi e J. Hamari, “Does gamification satisfy needs? A study on the relationship between gamification features and intrinsic need satisfaction”, *International Journal of Information Management*, v. 46, p. 210-221, 2019.
- [9] Gartner, “Gamification: engagement strategies for business and IT”, . Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/documents/2246217/gamification-engagement-strategies-for-business-and-it>>. Acesso em: 17 de abril de 2020
- [10] J. P. Womack, D.T. Jones e D. Ross, “The machine that changed the world: The story of lean production – Toyota’s secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry”, Simon and Schuster, 2007
- [11] N. F. Habidin, A. F. M. Zubir, J. Conding, N. A. S. L. Jaya e S. Hashim, “Sustainable manufacturing practices, sustaining lean improvements and sustainable performance in Malaysian automotive industry”, *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, v. 9, n. 4, p. 444-459, 2013.
- [12] S. Shingo “A revolution in manufacturing: the SMED system”, Traduzido por A.P. Dillon, Productivity Press, 1985.
- [13] S. Boran e C. Ekincioglu, “A novel integrated SMED approach for reducing setup time”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 92, n. 9-12, p. 3941-3951, 2017.
- [14] A. A. Karam, M. Liviu, V. Cristina e H. Radu, “The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project”, *Procedia Manufacturing*, v. 22, p. 886-892, 2018.
- [15] I. B. da Silva e M. Godinho Filho, “Single-minute exchange of die (SMED): a state-of-the-art literature review”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 102, n. 9-12, p. 4289-4307, 2019
- [16] S. J. Culley G.W. Owen, A.R. Mileham e R.I. McIntosh, “Sustaining changeover improvement”, *Proceedings of the Institution of mechanical engineers, Part B, Journal of Engineering Manufacture*, v. 217, n. 10, p. 1455-1470, 2003.
- [17] J. F. R. Barbosa, C. A. G. Madeira, E. B. da Silva Lima e M. R. M. Diniz, “A gamificação no ambiente de trabalho: um estudo de caso baseado na metodologia de Design Thinking”, *SBC – Proceedings of SBGames*, 2016.
- [18] R. A. Firme e C. de Oliveira Maia, “Gamificando o aprendizado de Ciências: desenvolvimento de uma estratégia pedagógica utilizando o contexto do jogo digital Minecraft”, *SBC – Proceedings of SBGames*, 2019
- [19] D. L. Costa, D. Abrantes, F. Albert e M. Bacelar, “Revisão Bibliográfica dos Aspectos e Métodos Componentes da Gamificação na Educação”, *SBC – Proceedings of SBGames*, 2018 Feedback, 10(1), 6.