

Re-G3X: Pesquisa em jogos, gamificação, jogos sérios e XR

Re-G3X: Research in Games, Gamification, Serious Games, and XR

**Leonardo Tórtoro Pereira¹, Orlando de Andrade Figueiredo¹,
Kamila Rios da Hora Rodrigues², Kalinka Castelo Branco², Claudio Fabiano Motta Toledo²**

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Avenida 24 A, 1515 – Rio Claro – SP – Brasil

²Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC
Universidade de São Paulo - Campus de São Carlos
Av. Trabalhador São Carlense, 400 – 13.565.590 – São Carlos – SP – Brasil

{leonardo.t.pereira, orlando.a.figueiredo}@unesp.br,

{kamila.rios, kalinka, claudio}@icmc.usp.br

Abstract. *We present the Re-G3X (Research in Games, Gamification, Serious Games, and eXtended Reality) research group. A novel group, formed through the partnership of ICMC-USP, IGCE-UNESP and partners from other institutes. The group researches about procedural content generation and other Artificial Intelligence, Software Engineering, and Human-Computer Interaction approaches in games, serious games, and gamification. Although young, the group has publications in journals like Expert System with Applications, Soft Applied Computing, IEEE Transactions on Games, and Interacting with Computers, and conferences like IEEE Conference on Games, Congress on Evolutionary Computation, CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, and SBGames.*

Keywords *Procedural Content Generation, Artificial Intelligence, Serious Games, Human-Computer Interaction, Gamification.*

Resumo. *O artigo apresenta o grupo de pesquisa ReG3X (Pesquisa em Jogos, Gamificação, Jogos Sérios, e Realidade Estendida) Este é um grupo recente, criado com a parceria do ICMC-USP e IGCE-UNESP, bem como parceiros de outros institutos. O grupo de pesquisa sobre geração procedural de conteúdo e outros usos de Inteligência Artificial, Engenharia de Software, Interação Humano-Computador em jogos, além de jogos sérios e gamificação. Apesar de recente, o grupo tem publicações em revistas como Expert System with Applications, Soft Applied Computing, IEEE Transactions on Games e Interacting with Computers, e conferências como like IEEE Conference on Games, Congress on Evolutionary Computation, CHI Conference on Human Factors in Computing Systems e SBGames.*

Palavras-Chave *Geração Procedural de Conteúdo, Jogos Sérios, Gamificação, Inteligência Artificial, Interação Humano-Computador.*

1. Introdução

O grupo Re-G3X está em processo de formalização, especialmente como grupo de pesquisa perante o CNPq. Porém, o embrião para sua criação surgiu em 2017, durante um

evento realizado no ICMC-USP, com o intuito de reunir docentes e discentes da instituição que faziam pesquisas na área. Desde então, foram propostas linhas de pesquisas em jogos digitais para a pós-graduação no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da Universidade de São Paulo (USP).

A união do grupo foi sendo consolidada durante o doutorado do agora prof. Leonardo Pereira, orientado pelo prof. Claudio Toledo. A criação de um servidor no *Discord* para unificar as pesquisas relacionadas a seu projeto de doutorado começou a atrair outros docentes e pós-graduandos. Assim, parcerias de pesquisa começaram a surgir organicamente, como com as profas. Kamila Rodrigues e Kalinka Branco, que já pesquisavam e orientavam pesquisas na área de jogos. Não obstante, parcerias com docentes de outras instituições e universidades, buscando o conhecimento do grupo para desenvolvimento de projetos, como jogos sérios, também foram sendo realizadas.

Com a entrada de Leonardo como docente no IGCE-UNESP em 2024, as redes do grupo cresceram, atuando mais fortemente como um grupo inter-universitário, trazendo também a adesão do prof. Orlando Figueiredo, com foco na área de jogos educativos. Desde então, o grupo tem reuniões quinzenais, via *Google Meet*, em que todos são convidados a trazer resumos de seus avanços desde a quinzena passada e planejamentos para a próxima, como um paralelo ao ritual de *Daily Meeting* do *Scrum*.

Pode-se dizer, de maneira resumida, que o grupo atua para auxiliar na resolução dos seguintes Grandes Desafios de Pesquisa da Área de Jogos e Entretenimento Digital [Santos e Silva Hounsell 2023]:

- Desafios na avaliação da interação dos jogadores em jogos digitais
- Balanceamento entre elementos de jogos, aprendizado, e emoções no design de jogos

2. Competências

O grupo conta, atualmente, com a participação de docentes de diferentes especialidades na Computação.

Pode-se destacar a experiência da profa. Kamila com a área de experiência de usuário e interação humano-computador (como requisitos de usabilidade e acessibilidade), contribuindo para o desenvolvimento de projetos de gamificação, jogos sérios, acessíveis, e empáticos. A profa. Kalinka traz suas competências em sistemas distribuídos, redes de computadores, e robótica, colaborando efetivamente na produção de jogos sérios. O prof. Orlando traz sua experiência em Computação, Educação e Filosofia, contribuindo para a criação de jogos sérios.

Por fim, destacam-se as competências em inteligência computacional (em especial, sistemas evolutivos) e modelagem matemática do prof. Claudio, focadas em aplicações de geração procedural de conteúdo, agentes inteligentes, e jogos sérios, e a do prof. Leonardo, que dedicou sua formação às aplicações das Ciências da Computação em jogos, seja no uso de inteligência computacional para geração procedural de conteúdo adaptativa e criação de agentes inteligentes, o uso de engenharia de software para a orquestração de múltiplos conteúdos, ou a criação de jogos sérios.

Além desses docentes, destacam-se as experiências dos diversos alunos de pós-graduação e graduação que já atuaram e ainda atuam no grupo. Esses contribuíram não

apenas com sua qualificada mão de obra para alavancar as pesquisas e publicações de cada um dos professores citados, mas também com ideias e conhecimentos insubstituíveis para a qualidade das pesquisas do grupo. E, por fim, dos diversos professores parceiros em pesquisas já publicadas e que ainda serão publicadas pelo grupo, trazendo seus conhecimentos de áreas específicas, como nutrição, biologia, medicina, e muitas outras.

Não obstante, o grupo contou diversas vezes com a ajuda dos alunos do grupo de extensão do ICMC-USP, focado no desenvolvimento de jogos: *The Fellowship of the Game*¹, cujos membros forneceram seus conhecimentos e mão-de-obra para alguns dos projetos de jogos sérios desenvolvidos. E, a partir do segundo semestre de 2024, contará também com o grupo de estudos em jogos do IGCE-UNESP.

Atualmente, o grupo é composto, considerando apenas os membros ativamente envolvidos nas atividades do grupo, por:

- 5 docentes da área de computação
- 2 doutorandos
- 5 mestrandos
- 4 alunos realizando trabalhos de conclusão de curso
- 16 alunos de iniciação científica
- 3 docentes colaboradores

Um dos projetos em desenvolvimento conta com a colaboração da profa. Ana Paula Cremasco Takano, do Instituto de Ciências Biomédicas da USP, e seu mestrando, Wendell Nunes da Silva, contabilizado dentre os mestrandos do grupo. Outro projeto conta com a colaboração do prof. Wilk Oliveira, do *Gamification Group*, da Universidade de *Tampere*. Por fim, um dos projetos envolvendo 3 alunos de iniciação científica conta com a colaboração do prof. Milton Cezar Ribeiro, do Instituto de Biociências da UNESP.

Dos alunos mencionados, é bolsista CNPq o mestrando Tyago Yuji Teoi, e bolsistas CAPES os doutorandos Pedro Regattieri Rocha e Matheus dos Santos Luccas, e os mestrandos Rodrigo Andre Cayro Cuadros e Wendell Nunes da Silva.

3. Infraestrutura

O grupo conta com a infraestrutura disponível das instituições dos professores parceiros, como laboratórios, salas, e recursos computacionais. Porém, dada a sua natureza interuniversitária, as estruturas mais importantes para o grupo são seu ambiente online. Destaca-se o uso do *Google Drive* para armazenamento de documentos e das apresentações quinzenais, com suas gravações, e do *Discord*, em que todos os projetos têm canais próprios, permitindo não só uma rápida comunicação entre participantes do projeto, como que qualquer outro membro ajude em outros projetos. A Figura 1 ilustra uma captura de tela do servidor.

Também conta com um repositório no GitHub², em que projetos que podem ter seu código-fonte aberto são apresentados à comunidade, e também hospeda a página do grupo³.

¹<https://fog-icmc.itch.io/>

²<https://github.com/Re-G3X>

³<https://re-g3x.github.io/homepage/>



Figura 1. Servidor do Discord do grupo. Imagem parcialmente desfocada para preservar o anonimato dos membros e conteúdo do grupo.

4. Trabalhos de Destaque

O grupo tem alguns trabalhos de destaque que valem ser ressaltados. Um grande número deles giram em torno do projeto que se iniciou como o mestrado do prof. Leonardo, atualmente chamado de sistema *Overlord*, orientado pelo prof. Claudio. Inicialmente, foi um sistema com um algoritmo evolutivo capaz de gerar proceduralmente calabouços com quebra-cabeças de chave-fechadura [Pereira et al. 2021]. Esse foi publicado na revista *Expert Systems with Applications*, Qualis A1.

Então, foi adicionado um gerador procedural de inimigos, com a ajuda do então mestrando Breno Viana, publicado na *IEEE Conference on Games*, Qualis A2 [Viana et al. 2022]. Mais recentemente, o sistema foi transformado em um orquestrador de múltiplos conteúdos, capaz de se adaptar a diferentes perfis de jogadores, e publicado na revista *IEEE Transactions on Games*, Qualis A3 [Pereira et al. 2024]. Ambas, apesar de terem uma Qualis menor que a primeira, são consideradas muito influentes na área de jogos.

Além dos projetos em conjunto com o prof. Leonardo, o prof. Claudio atua na criação de agentes inteligentes, como neste artigo para a *Applied Soft Computing*, de Qualis A1, sobre o desenvolvimento de estratégias interpretáveis para jogos de soma-zero usando programação genética [Mariño e Toledo 2022]. Tal projeto foi a continuação de outra publicação no *AAAI Conference on Artificial Intelligence*, de Qualis A1 [Mariño et al. 2021], ambas envolvendo o então aluno de doutorado Julian Mariño.

Outro projeto central para o grupo é a plataforma RUFUS, chefiada pela profa. Kamila, e focada em jogos sérios, especialmente aqueles com fins terapêuticos [Hora Rodrigues et al. 2022]. O artigo referenciado foi publicado no Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGAMES) de 2022, de Qualis A4. A plataforma foi avaliada com maior rigor e publicada na revista *Interacting with Computers*, de Qualis A2 [Hora Rodrigues et al. 2023].

Então, a RUFUS foi utilizada para, entre outras aplicações, auxiliar profissionais de Saúde no tratamento de crianças com doenças crônicas, auxiliando às crianças a expressarem seus sentimentos (também publicada no Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais de 2023) [Verhalen et al. 2024]. Não obstante, suas pesquisas com jogos empáticos também são uma contribuição importante, como esta publicação no simpósio já citado [Galvão et al. 2024].

O *framework* COMBO, recém-proposto por uma das pesquisas da profa. Kalinka vem tendo papel fundamental para o desenvolvimento dos novos jogos sérios do grupo, publicado no SBGames de 2023 [Luccas e Branco 2023]. E será pivotal para o sucesso dos próximos jogos educativos desenvolvidos pelo grupo.

Dentre os trabalhos principais, em termos de nível de maturidade tecnológica de software (STRL, do inglês Software Technology Readiness Level)⁴, pode-se dizer que o sistema *Overlord* tem diversos de seus módulos (como os geradores de inimigos, níveis, e missões) no nível 6 (testado com diversos jogadores e validado estatisticamente), e os mais recentes no nível 3. Objetiva-se uma melhoria e validação da mesma com desenvolvedores fora do ambiente acadêmico, avançando-a para o nível 7.

O *framework* COMBO, para jogos educativos, está entre o nível 6 e 7, aplicando-se o protótipo em outros projetos para sua validação em ambiente operacional. Enquanto a RUFUS, já validada em ambiente real, está ao menos no nível 6. Existem vários projetos em estágio inicial, ainda nos níveis 2 e 3.

5. Conclusão

O grupo apresentado, apesar de recente, tem inserção em algumas das maiores conferências e revistas da área de jogos e de suas especialidades na Computação. Isso por ser formado por pesquisadores de grande experiência, alguns já muito reconhecidos em outras áreas, e que despertaram o interesse para as pesquisas em jogos nos anos recentes.

Os próximos passos para o grupo incluem a formalização do mesmo como grupo de pesquisa no CNPq, a expansão de suas parcerias com docentes e pesquisadores de outras universidades e institutos (nacionais e internacionais), parcerias com empresas e desenvolvedores, visando a inserção dos produtos das pesquisas como inovação tecnológica de fácil uso para o mercado, e a busca por fomento com agências e empresas.

Referências

- Galvão, V. F., Maciel, C., Dos Santos Nunes, E. P., e Hora Rodrigues, K. R. d. (2024). A framework to support the development of empathic games. In *Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '23*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Hora Rodrigues, K. R. d., de Gois Ribeiro Darin, T., e de Almeida Neris, V. P. (2022). Building your own games: A platform for authoring digital games. In *2022 21st Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*, pages 1–6.

⁴https://embrapii.org.br/wp-content/images/2020/10/Manual_EMBRAPII_UE_versa\%CC%83o_6.0-de-20.10.20.pdf

- Hora Rodrigues, K. R. d., Elias Cardoso Verhalen, A., Willian da Silva, J., Marino Silva, T., Geurgas Zavarizz, R., de Almeida Neris, V. P., e Maia de Souza, P. (2023). Design and Evaluation of an Authoring Platform for Therapeutic Digital Games. *Interacting with Computers*, 35(2):118–141.
- Luccas, M. e Branco, K. C. (2023). Star owners: um modelo construtivista de desenvolvimento de serious games para jogo de ensino de teoria da computação. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 947–956, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Mariño, J. R. e Toledo, C. F. (2022). Evolving interpretable strategies for zero-sum games. *Applied Soft Computing*, 122:108860.
- Mariño, J. R. H., Moraes, R. O., Oliveira, T. C., Toledo, C., e Lelis, L. H. S. (2021). Programmatic strategies for real-time strategy games. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(1):381–389.
- Pereira, L. T., de Souza Prado, P. V., Lopes, R. M., e Toledo, C. F. M. (2021). Procedural generation of dungeons' maps and locked-door missions through an evolutionary algorithm validated with players. *Expert Systems with Applications*, 180:115009.
- Pereira, L. T., Viana, B. M. F., e Toledo, C. F. M. (2024). A system for orchestrating multiple procedurally generated content for different player profiles. *IEEE Transactions on Games*, 16(1):64–74.
- Santos, R. P. d. e Silva Hounsell, M. d. (2023). Grand research challenges in games and entertainment computing in brazil–grandgamesbr 2020–2030.
- Verhalen, A. E. C., Silva, T. M., e Rodrigues, K. R. D. H. (2024). Once upon a time... you! a game to support health professionals in the treatment of children with chronic diseases, helping them to express their feelings. In *Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '23*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Viana, B. M. F., Pereira, L. T., e Toledo, C. F. M. (2022). Illuminating the space of enemies through map-elites. In *2022 IEEE Conference on Games (CoG)*, pages 17–24.