



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

SERIOUS GAMES: GAMIFICAÇÃO DO ENSINO DA
MATEMÁTICA COM O USO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS
PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO ESTUDANTE.

AUGUSTO SÁVIO LIMA CARVALHO

Salvador - Bahia
Abril de 2022

SERIOUS GAMES: GAMIFICAÇÃO DO ENSINO DA MATEMÁTICA COM O USO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO ESTUDANTE

AUGUSTO SÁVIO LIMA CARVALHO

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Jês de Jesus Fiais Cerqueira.

Salvador - Bahia

Abril de 2022

C331 Carvalho, Augusto Sávio Lima.
Serious games: gamificação do ensino da matemática com o uso
de métodos estatísticos para análise da evolução do estudante /
Augusto Sávio Lima Carvalho. – Salvador, 2022.
109 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Jês de Jesus Fiais Cerqueira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola
Politécnica, 2022.

1. Matemática – ensino fundamental. 2. Jogos - games. 3. Método
estatístico. 4. Regressão linear. I. Cerqueira, Jês de Jesus Fiais. II.
Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDD: 519.3

SERIOUS GAMES: GAMIFICAÇÃO DO ENSINO DA MATEMÁTICA COM O USO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO ESTUDANTE.

AUGUSTO SÁVIO LIMA CARVALHO

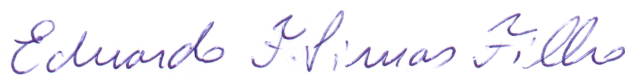
Dissertação apresentada à Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Jês de Jesus Fiais Cerqueira. (Orientador)

UFBA



Prof. Dr. Eduardo Furtado de Simas Filho

UFBA



Documento assinado digitalmente

Katemari Diogo da Rosa

Data: 22/06/2022 20:52:54-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof(a). Dra. Katemari Diogo da Rosa

UFBA

Dedicatória

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, que sem ele nada seria possível. Dedico também a todos os amigos e colegas que sempre me incentivaram, fazendo com que eu tivesse autoestima para prosseguir e inovar; à minha namorada Arlete Cristiane Marques Castanheira de Almeida, pela paciência, carinho e incentivo nos últimos dois anos. Por fim, dedico à minha grande e eterna amiga da Secretaria de Educação do DF, Unieb - Sobradinho, Aline Godói, vítima da COVID-19 em 2020, mas sempre habitará meu coração, com as lembranças dos seus incentivos que ajudaram estar aqui neste momento.

Agradecimentos

Agradeço à minha mãe Maria de Lourdes Dantas Lima pela harmonia, mesmo em momentos difíceis da pandemia, em que muitas vezes achávamos que nada teria fim, mas ela sempre mostrava a necessidade de seguir em frente; ao meu pai, Floriano Carvalho, que mesmo distante por conta do isolamento social provocado pelo corona vírus, esteve sempre presente nessa obra, pois fez minha base matemática no Ensino Fundamental e sem isso nada disto seria possível; ao meu grande amigo e orientador linguístico, João Elias da Cruz Neto, sempre me informando dos termos que devo usar para obter uma escrita mais precisa; ao meu orientador Jês de Jesus Fiais Cerqueira, sempre sereno e inteligente, mostrando facilmente a melhor forma de conduzir a informação, tornando o trabalho mais atrativo e coerente com o meu conhecimento e possibilitando mais uma fonte de pesquisa para a comunidade acadêmica. Por fim, agradeço aos professores, pais dos estudantes e colaboradores da Escolinha Santo Antônio em Euclides da Cunha - Bahia, pelo apoio e confiança na aplicações deste projeto.

*”Não eduques as crianças nas várias
disciplinas recorrendo à força, mas
como se fosse um jogo, para que
também possas observar melhor qual a
disposição natural de cada um.”*

– Platão

Resumo

Este trabalho teve como objetivo elaborar um protótipo de um *software* no formato de *Serious Games* (Jogos Sérios) que possibilite o ensino da matemática aos estudantes do quarto e do quinto ano do Ensino Fundamental. O *software* possui dois jogos (Jogo da Ave e Jogo do Piano) que foram testados em sala de aula, com participação dos estudantes de uma escola particular do interior da Bahia, e, posteriormente, foram analisados todos os dados obtidos no momento das jogadas, levando como base para análise as pontuações por rodadas. Para este estudo foram escolhidos os resultados de dois estudantes, o de maior média e o de menor média aritmética, utilizando-se de ferramentas estatísticas e a regressão linear da média móvel para a análise de desempenho, mostrando a possível utilidade do jogo educacional para o aprimoramento destes estudantes no desenvolvimento das operações matemáticas ao longo das rodadas.

Palavras-chave: jogo sério, análise estatística, regressão linear, aplicativo, operações matemáticas.

Abstract

This work aimed to develop a software in the Serious Games format that allows the teaching of mathematics to students in the fourth and fifth year of Elementary School. The software has two games (Bird and Piano Games) which were executed in the classroom with the participation of students from a private school in the interior of Bahia, and, after that, all data obtained at the time of each play were analyzed, and taken out as basis for the analysis of scores by rounds. For this reaserch, the results of two students were gotten, the lowest e highest arithmetic average of both were chosen, using statistical tools and linear regression of the moving average for performance analysis, monstrating the possible usefulness of this educational game for the improvement of these students in the development of mathematical operations throughout the rounds.

Keywords: Serious Game, Statistical Analysis, Linear Regression, Application, Mathematical Operations..

Lista de Abreviações

Abreviação	Descrição
MA	Média Aritmética
Va	Variância
DP	Desvio Padrão
CV	Coeficiente de Variação
Cov	Covariância em relação à rodadas
Corr	Correlação em relação à rodada
MMI(5)	Média Móvel Inicial de 5 rodadas
MMF(5)	Média Móvel Final de 5 rodadas
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
SIG	Serious Games Initiative
CPAT	Centro de Pesquisa em Aprendizagem e Tecnologia
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
PROFMAT	Mestrado Profissional em Matemática
OHA	Open Handset Alliance
UE	Unidade Escolar
FDP	Função Densidade de Probabilidade

Lista de Figuras

1.1	Imagem do Jogo Battlezone. Fonte: http://www.atari2600.com.br	14
1.2	Imagem do Android Studio, construção do JogoMat.	19
1.3	Imagem do Google Coleb, análise de dados do Jogo do Piano.	20
1.4	Imagem do Database Realtime, com dados dos jogadores do JogoMat. . . .	21
1.5	Camadas de processos	22
1.6	Camadas da engenharia de software (PRESSMAN, 2011)	22
1.7	Modelo espiral	23
2.1	Pergunta 1 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	30
2.2	Pergunta 2 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	31
2.3	Pergunta 3 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	31
2.4	Pergunta 4 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	31
2.5	Pergunta 5 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	32
2.6	Pergunta 6 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	32
2.7	Pergunta 7 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	33
2.8	Pergunta 8 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	33
2.9	Pergunta 9 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	34
2.10	Pergunta 10 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.	34
2.11	Mascote do Jogo: Arara Azul	36
2.12	Tela inicial do JogoMat	36
2.13	Tela sobre o jogo	37
2.14	Tela de cadastro	37
2.15	Tela de cadastro preenchida	38
2.16	Tela da avaliação diagnostico	38
2.17	Tela de menu do jogo	39
2.18	Tela regra dos jogos da Ave e do Piano	39

2.19	Tela Jogo da Arara	40
2.20	Fluxograma da lógica de programação do jogo da Ave.	41
2.21	Imagem jogo Piano	42
2.22	Fluxograma da lógica de programação do Jogo do Piano.	42
2.23	Foto do primeiro dia do JogoMat presencial.	45
2.24	Propriedades do Box Plot. Fonte: (GISELY, 2019)	47
3.1	Comportamento da média, da menor média e da maior média dos estudantes.	52
3.2	Histograma das pontuações no Jogo do ‘Piano.	53
3.3	Estimativas da Densidade Kernel das pontuações no Jogo do Piano.	53
3.4	Gráfico de dispersão.	54
3.5	<i>Box Plot</i> da pontuação dos estudantes do Jogo do Piano.	55
3.6	Correlação entre rodadas e pontuação no jogo realizado pelos estudantes.	56
3.7	Deslocamento da primeira à última média móvel dos jogadores A6 e A15.	57
3.8	Série com média móvel de cinco rodadas dos jogadores A6 e A15.	58
3.9	Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores A6 e A15.	58
3.10	Reta de regressão linear da média móvel do jogador A15 dividido em duas retas crescentes.	59
3.11	Reta de regressão Linear para 60 rodadas.	60
3.12	Reta de regressão linear para 60 rodadas dos jogadores A6, A15 e A16.	61
3.13	Reta de regressão linear para 1000 rodadas dos jogadores A6, A15 e A16.	61
3.14	Reta de regressão linear para 1500 rodadas dos jogadores A6, A15 e A16.	62
3.15	Comportamento da menor média e da maior média dos estudantes.	64
3.16	Histograma do Jogo da Ave. Rodada por pontuação	65
3.17	Estimativa da Densidade por Kernel do Jogo da Ave.	65
3.18	Gráfico de dispersão dos pontos.	66
3.19	<i>Box Plot</i> da pontuação dos estudantes do Jogo da Ave.	67
3.20	Correlação entre rodadas e pontuações dos estudantes no Jogo da Ave.	67
3.21	Deslocamento da primeira à última média móvel dos jogadores B5 e B10.	68
3.22	Série de rodadas com média móvel de cinco rodadas dos jogadores B5 e B10.	69
3.23	Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores B5 e B10.	69
3.24	Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores B5 em duas etapas crescentes.	70

3.25	Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores B5 e B10.	71
3.26	Reta de Regressão Linear da Média Móvel de 40 rodadas dos jogadores B2, B5 e B10.	72
3.27	Reta de Regressão Linear da Média Móvel de 500 rodadas dos jogadores B2, B5 e B10.	73
3.28	Reta de Regressão Linear da Média Móvel de 1500 rodadas dos jogadores B2, B5 e B10.	73

Lista de Tabelas

3.1	Tabela das métricas estatísticas do Jogo do Piano.	50
3.2	Tabela das métricas estatísticas do Jogo da Ave.	63

Sumário

Introdução	1
1 Revisão Bibliográfica	10
1.1 Vídeo Game	10
1.2 Jogos Pedagógicos aplicados à Matemática	11
1.3 Jogos Sérios	12
1.4 Jogos Sérios durante a pandemia	16
1.5 Interação Humano-Computador	17
1.6 Android	18
1.7 Google Colaboratory	20
1.8 Realtime Database - Firebase da Google	21
1.9 Métodos da Engenharia de Software	21
1.10 Processamento Estatístico de Sinais	24
1.11 Resumo do capítulo	25
2 Metodologia	26
2.1 Codificação e Testes	34
2.2 Como funciona o JogoMat?	35
2.3 O Jogo da Ave	40
2.4 O Jogo do Piano	42
2.5 Protótipos	43
2.6 Aplicação do projeto JogoMat na Escolinha Santo Antônio	44
2.7 Métricas utilizadas	46
2.8 Resumo do capítulo	48

3	Discussão e Resultados	49
3.1	Jogo do Piano	49
3.1.1	Média	51
3.1.2	Histograma e Estimativa da Densidade por Kernell	52
3.1.3	Dispersão dos pontos ao longo das rodadas	54
3.1.4	Covariância e correlação	55
3.1.5	Média Móvel	57
3.1.6	Ajuste Linear	57
3.1.7	Previsão futura com uso da Regressão Linear	60
3.2	Jogo da Ave	62
3.2.1	Média	64
3.2.2	Histograma e Estimativa da Densidade por Kernel	65
3.2.3	Coefficiente de variação	66
3.2.4	Covariância e correlação	67
3.2.5	Média Móvel	68
3.2.6	Ajuste Linear	69
3.2.7	Previsão futura com uso da Regressão Linear	71
4	Conclusões	74
A	Questionários aplicados aos membros da UE	84
B	Questionários aplicados aos pais dos os estudantes da UE	86
C	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	88

Introdução

No mundo contemporâneo, devido à globalização, ficou evidente a necessidade da reestruturação da educação, com a aplicação de recursos tecnológicos para a inclusão dos estudantes no processo de modernização (CARDOSO, 2013), uma vez que a escola ainda se encontra enraizada em práticas passadas, sendo uma instituição que ficou aquém do esperado das necessidades do mundo contemporâneo globalizado, em que as pessoas estão cada vez mais conectadas.

O contexto sócio-educacional exige pessoas que saibam fazer tarefas práticas e que tenham a capacidade para planejar e resolver problemas do dia a dia, mas muitos estudantes não se interessam por um saber sem sentido, em que a aplicação seja realizada em um longo prazo ou, a depender da profissão, nunca exista uma aplicação direta. Devido a isso, é necessário mudar o olhar sobre a forma de ensinar, agindo sobre a prática, tornando os conteúdos mais contextualizados e dinâmicos para se adequarem à nova demanda dos jovens que esperam uma escola atualizada e significativa, em que possa desenvolver a criatividade do ser humano (SANTOS, 2014).

Na realidade, o que ocorre é que, no processo de ensino-aprendizagem em escolas do Brasil, existe uma barreira entre o ensino em sala de aula e o ensino por meio da tecnologia. Nas escolas, a fonte emissora de conhecimento, o professor, domina os conteúdos e transmite-os aos estudantes (LEÃO, 1999), sendo esse processo unilateral que torna o estudante um elemento passivo no mesmo.

A necessidade de se obter informações e trabalhá-las vem sendo relevante diversos aspectos em nosso dia a dia, seja no profissional, pessoal ou financeiro e, até mesmo, na classificação de limite de crédito adequado a uma pessoa ou em tomada de decisões dentro de empresas (FÜHR, 2018).

Nesse processo em que o mundo está inserido e, devido a disponibilidade de recursos tecnológicos existentes, pode seguir um questionamento: por que não usar um software para

auxiliar no processo de ensino-aprendizado como uma ferramenta educacional?

Para Luna (LUNA, 2020) os jogos didáticos auxiliam no desenvolvimento de crianças pela facilidade de aprender com o lúdico, estimulando a criatividade, desenvolvendo a capacidade de concentração, ou seja, um jogo computacional poderia ajudar no desenvolvimento das crianças, pela ludicidade apresentada ao utilizar um recurso tecnológico como o celular.

Em um game, segundo Lai (LAI, 2012), verifica-se a importância do ganho, relativo à pontuação ou à recompensa da partida ao realizar qualquer tarefa proposta, derivada do objetivo alcançado com êxito, mas que contemple, também, a tentativa, mesmo que frustrada. A recompensa pode ser dada em pontuação, *ranking* (classificação) ou em possibilidade de mais diversão dentro do próprio software por ter atingido um determinado objetivo.

A interação com uma máquina é necessária para a escola, haja vista que representar o início de uma relação entre o estudante e o mundo. No mercado de trabalho, a tendência corrente da indústria 4.0 faz com que máquinas dialoguem com outras máquinas e com os humanos (SOARES, 2018).

Além disso, a interação homem-máquina também pode ser realizada por meio da Inteligência Computacional, que é uma intelectualidade que tenta imitar de forma limitada a do ser humano, usando instrumentos ou sistemas que analisam os dados à disposição, em seu espaço físico e/ou espaço temporal, decidindo as maiores possibilidades de acerto de um determinado problema sugerido (SOARES, 2018).

Este projeto, teve seu desenvolvimento no início de 2020, e culminou no período de pandemia que se espalhou no mundo inteiro, por meio de um vírus intitulado como novo corona vírus, COVID-19, levando a população ao isolamento social para conter a contaminação em massa das pessoas. Devido ao isolamento, vários setores foram afetados, principalmente o educacional, pois estudantes ficaram sem aulas e sem uma perspectiva dos dias futuros (CORDEIRO, 2020).

No Brasil, em março de 2020, as redes de ensino tiveram suas atividades suspensas temporariamente, na modalidade de aula presencial. O relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) propôs que os sistemas e organizações educacionais desenvolvessem planos para a continuidade dos estudos por meio de modalidades alternativas, durante o período de isolamento social (OPAS, 2021).

Para a sequência educacional diante da pandemia do COVID-19, no intuito de manter as atividades durante o período de isolamento social, muitas instituições adotaram o ensino remoto, tendo os professores que adaptar seus conteúdos para o formato online. Assim, este projeto, mesmo sem seu contexto de elaboração ter sido motivado pela situação sanitária mundial, tornou-se uma ferramenta alternativa, mesmo que laboral, de ensino/aprendizagem através da utilização da tecnologia digital enfrentando as demandas emergenciais do momento.

Para isso, inicialmente foi desenvolvida e estudada uma ferramenta educacional no formato de jogo interativo tecnológico com o objetivo de auxiliar no ensino/aprendizado da disciplina de Matemática no Ensino Fundamental em um ambiente escolar, conectando o meio físico à rede mundial de computadores.

Para a implementação do jogo, desenvolveu-se um protótipo no formato de aplicativo, em JAVA, para a plataforma *Android*, em que alunos do quarto e quinto anos da Escolinha Santo Antônio, no município de Euclides da Cunha, localizado a 328 km de Salvador (BA), participassem ativamente do jogo, intitulado JogoMat, tendo seus resultados observados. Em seguida, foram aplicados recursos de processamento estatístico para analisar o desempenho durante o jogo e supostas evoluções, utilizando algoritmos matemáticos como base para esse estudo. Ou seja, os dados estatísticos foram utilizados para validação do experimento, classificando a eficácia de tal aplicação.

Assim, o projeto realiza o estudo de um *software*, como objetivo de verificar como a tecnologia pode ser utilizada no cotidiano da escola e levando o estudante a aprimorar seu aprendizado da Matemática de forma lúdica à medida que interage com a tecnologia.

A ideia é que, no futuro, esse protótipo possa ser corrigido e complementado a fim de que o professor possa verificar o nível que uma determinada turma/série/escola chegou no jogo, no seu próprio aplicativo, observando em qual a operação que se obteve mais êxito e qual se obteve menos êxito, e, a partir daí, possa definir, por exemplo, quais os conteúdos mais necessários a serem abordados naquele dia ou qual a probabilidade de êxito em iniciar um conteúdo em vez de outro em uma determinada turma, com base no grau de desempenho dos estudantes da turma no game.

Os *Serious Games*, como são chamados esses tipos de jogos, são classificados não apenas como divertimento, pois fornecem uma experiência diferenciada, com diversas finalidades, como treinamento, educação e desenvolvimento de habilidades. Assim, os

Serious Games possuem um padrão comum de *game*, por terem elementos de um jogo, que são utilizados pelos participantes, mas também estimulam o aprendizado, possibilitando inclusive interação entre máquina e usuário, ensinando e aprendendo ao mesmo tempo (KARAM, 2020).

Em Matemática, alguns jogos já são utilizados em sala de aula dos mais variados níveis, desde jogos que pedem apenas o cumprimento de uma missão simples e não necessitam de interferência do professor, até jogos com missões mais elaboradas que desenvolvem habilidades específicas e outros que, além do jogo em si, envolve redes sociais e o console do professor (CARVALHO, 2017).

Para a elaboração desta pesquisa foram pesquisados jogos como *Dragon Box*, *Pulse*, *Pacific*, *Duolingo* e *Interactive Combat Environment (VICE)*, com propostas similares às deste trabalho, que servem como parâmetros de jogos sérios produzidos para fins educacionais (KARAGIORGAS, 2017).

Neste projeto de pesquisa, também, foi explanada a metodologia de desenvolvimento, exemplificando como ocorreu o processo de comunicação, a pesquisa e as análises de requisitos, a modelagem de projeto, a construção do *software* e os testes que foram aplicados para o desenvolvimento do jogo. Todas as atividades foram realizadas com o intuito de responder às questões educacionais relacionadas à eficácia do uso de um jogo eletrônico sério para o aprendizado da matemática no dia a dia de estudantes do Ensino Fundamental.

O jogo educativo “JogoMat” para o ensino de crianças de 10 a 14 anos de idade do Ensino Fundamental funciona como produto de entretenimento e ferramenta de aperfeiçoamento de operações matemáticas ao mesmo tempo, pois incentiva o exercício de operações matemáticas de forma lúdica, estimulando a tomada de decisão.

Apesar do tema *Serious Games* ser pouco difundido no Brasil, Susi (SUSI, 2007) relata que este tema vem sendo utilizado em pesquisa em meios acadêmicos e por empresas na Europa e nos Estados Unidos, onde as pesquisas estão mais difundidas. Em 2002, por exemplo, foi fundada pelo *Woodrow Wilson Center*, em Washington (EUA), a *Serious Games Initiative (SGI)*, que desenvolve jogos eletrônicos e projetos que envolvem o uso de jogos educacionais (SUSI, 2007).

Outro grupo de pesquisa dos Estados Unidos é a *GVU Center*, com sede no *Georgia Institute of Technology*, que se concentra em uso de gráficos com modelos 3D, animação,

realidade virtual e aumentada para criar formas e funções visuais aumentando a realidade correspondente às capacidades humanas. A pesquisa sobre jogos educacionais é realizada, por exemplo, no Centro de Pesquisa em Aprendizagem e Tecnologia, da Universidade de Indiana.

O projeto de ensino e aprendizado, *Quest Atlantis*, usa um ambiente 3D multiusuário para crianças imersas, de 9 a 12 anos, em tarefas educacionais e, com base nas estratégias dos *RPGs on-line*, o *Quest Atlantis*, e combina recursos usados em ambientes comerciais de jogos com lições de pesquisas educacionais sobre aprendizado e motivação. Outro exemplo de jogos na educação nos Estados Unidos foi o *The Education Arcade*, produzido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e pela Universidade de *Wisconsin-Madison*, que uniram forças colaborando no desenvolvimento e na criação de inovações no ensino e no aprendizado em torno da próxima geração de jogos eletrônicos educacionais disponíveis no mercado (SUSI, 2007).

Já no Canadá, pesquisas em *Serious Games* também são realizadas: o *The Montreal Game CODE Project: Cultures of Digital Environments*, na *Concordia University*, concentra-se em dar significado social aos jogos digitais e incentivar a análise de jogos digitais em relação às condições sociais, culturais e políticas de viver, trabalhar e brincar nas sociedades contemporâneas. Nesse mesmo contexto, pesquisadores do Laboratório de Mídia Digital e *Crow College* desenvolveram o Projeto *Ipowahsin*, com o objetivo de criar um arcade para o *Video Game, GameBoy*, que ajudará no ensino da língua indígena *Blackfoot*. O jogo foi baseado em uma história do *Blackfoot* e jogado no próprio idioma, e, assim, preservando a língua indígena (SUSI, 2007).

Na Europa, segundo Susi (SUSI, 2007), a maior parte das pesquisas relacionadas aos *Serious Games* se encontra no Reino Unido e nos países escandinavos. No Reino Unido, o *Serious Games Institute (SGI)*, gerenciado pela *Coventry University Enterprises Ltd.*, em parceria com a *Warwick University*, é projetado para transferir as ideias, habilidades, tecnologias e técnicas usadas em jogos de entretenimento comercial para as pequenas e médias empresas locais. A SGI combina o conhecimento dos pesquisadores com o da indústria local de jogos, transferindo tecnologia, pesquisa aplicada e desenvolvimento profissional.

Durante a pandemia, os estudantes, principalmente de escolas particulares, utilizaram bastante o aplicativo *Kahoot*, que é um sistema de respostas baseado em jogo.

O professor insere neste jogo perguntas e possíveis respostas, e os estudantes dão suas respostas, na tentativa de ser o mais rápido e o mais correto possível. Para análise do professor, um gráfico de distribuição de como os estudantes responderam às questões é mostrado e dá o *feedback* ao professor sobre o desempenho da turma, verificando quais conteúdos foram mais acertados e quais os que obtiveram menos acertos (WANG, 2015).

Para executar esse jogo, Junior (JUNIOR, 2017) relata que o docente deve ter uma conta com dados básicos como nome, *e-mail* e senha e escolher que tipo de atividade pretende realizar: o *Quiz* para criar perguntas de múltipla escolha, com temporizador em cada pergunta e pontuação em cada uma das respostas acertadas; o *Jumble*, que é um conjunto de perguntas de ordenamento, em que os alunos devem acertar a ordem correta da resposta em cada uma das perguntas elaboradas pelo professor; o *Discussion*, que é um *game* que realiza debates e perguntas abertas para os estudantes socializarem um determinado tema.

O JogoMat foi desenvolvido neste trabalho com o intuito de que seja um jogo sério, aplicando as quatro operações básicas, sem a necessidade de participação do professor, ou seja, o jogo irá gerar as operações matemáticas baseando-se no grau de dificuldade que se encontra (fase do jogo). Como diferencial, em comparação com os outros aplicativos de jogos educacionais aqui analisados, na versão elaborada para sala de aula, os dados serão armazenados no *Firebase - Google* (banco de dados da Google), e, em seguida, processados no *Google Coleb*, que irá dar ao professor, ou ao usuário, resultados estatísticos do desempenho dos estudantes, além de mostrar uma prospecção futura por meio da regressão linear da média móvel dos jogadores, observando como seria o comportamento futuro dos estudantes caso continuassem a jogar. Além disso, este jogo é um referencial para estudos e análises dentre os poucos existentes e elaborados no Brasil. Na versão disponibilizada na *PlayStore* da Google, não é possível a sincronização com banco de dados, requisito necessário para inserir o aplicativo na loja, haja vista que viola a regra de segurança de dados pessoais da Google.

A versão disponibilizada na *PlayStore* da Google, não existe sincronização com banco de dados, requisito necessário para inserir o aplicativo na loja, haja visto que viola a regra de segurança de dados pessoais da Google.

Na pandemia, esses tipos de jogos foram bastantes estudados por educadores e técnicos da educação, e disseminados nas escolas (DA SILVA, 2020), logo, este trabalho

de conclusão de curso possui uma contextualização com o cenário pandêmico vivenciado por todos por cerca de dois anos (do início de 2020 ao início de 2022).

Contribuições da pesquisa

Para a realização deste projeto de pesquisa foram coletadas algumas informações das contribuições já realizadas em pesquisas científicas e elaborações de jogos. Foi, também, construído o protótipo de um *software*, utilizado por alunos de 10 a 14 anos do Ensino Fundamental, que coletou dados para testar a eficácia do *software* no processo de ensino-aprendizagem. Com isso, este trabalho contribui com o desenvolvimento educacional dos estudantes, com o uso de ferramentas tecnológicas nas escolas e com a difusão do tema no meio acadêmico no Brasil.

Além de desenvolver o estudo e elaborar um protótipo de um *software* no formato de Jogo Sériô, que possibilite o ensino da matemática aos estudantes do quarto e quinto ano do Ensino Fundamental, verificando sua eficácia, a realização deste trabalho teve os seguintes objetivos:

1. Desenvolver um protótipo do jogo, com código aberto, que possibilite o ensino da matemática aos estudantes;
2. Obter dados das pontuações e rodadas dos estudantes por meio de programação usando a linguagem JAVA e processamento de informações em nuvem;
3. Utilizar técnicas de estatística para o processamento de informações, realizando a devida análise;
4. Gerar diagnóstico da evolução dos estudantes que utilizam o jogo e prospecção futura deste uso.

Este projeto também tem uma dimensão social, pois estuda o comportamento de estudantes em um jogo criado para exercitar as operações básicas de matemática, tendo como método científico o Método Indutivo, em que o conhecimento é fundamentado exclusivamente na experiência e o estudante vai aprendendo ao jogar o *game* (GERHARDT, 2009).

Em outro aspecto, esta é uma pesquisa quantitativa, pois a construção dos argumentos possui um objetivo de investigação (TARTUCE, 2006), buscando traduzir o

desempenho de estudantes em um jogo em números, utilizando-os em seguida para classificação e análise do seu desempenho.

Identificando fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos resultados que serão observados (GIL, 2007), este projeto contribuirá com o estudo de um jogo sério, aplicado aos estudantes do quinto e sexto anos do ensino fundamental. Para isso, serão observados os seguintes aspectos:

1. A expectativa dos membros da comunidade escolar e dos pais dos estudantes da escola sobre a necessidade de um *software* educacional, fazendo levantamento dos requisitos dos jogos para atender a demanda daquela comunidade educacional onde será aplicado o projeto;
2. A interação dos estudantes tanto presencial quanto remotamente, podendo fazer um comparativo do nível de interação em cada modalidade;
3. O número de interação dos estudantes, ou seja, a quantidade de rodadas realizadas por cada um e a pontuação, sendo tudo armazenado na nuvem do *Google, Firebase Database*;
4. Análise dos dados coletados, utilizando ferramentas estatísticas para comparar o desempenho dos dois jogos;
5. O uso da utilização dos jogos, em larga escala, ou seja, por mais tempo, podendo prospectar a evolução dos estudantes usando regressão linear da média móvel ao longo das rodadas.

Tendo em vista a construção desta pesquisa, foi produzido um artigo que usa métricas estatísticas e técnicas de mineração de dados para análise de dados, intitulado Predição de pagamento de cartão de crédito com uso de Árvore de Decisão e Rede Neural, que foi apresentado no XXIII Congresso Brasileiro de Automática, realizado de 23 a 26 de novembro de 2020. Além disso, o *software* produzido neste estudo obteve o registro de programa de computador junto ao INPI, processo Nº: BR512021003005-2, expedido em 14 de dezembro de 2021.

No capítulo 2, referencial teórico, serão abordados aspectos teóricos relevantes para o desenvolvimento desse projeto. Em seguida, no capítulo 3, discorrerá sobre a metodologia utilizada, mostrando o método de engenharia de *software* e a engenharia de requisitos

aplicadas para o desenvolvimento do jogo. Já no capítulo 4, serão discutidos os resultados, utilizando ferramentas estatísticas para o comparativo entre os dois jogos e prospectando o seu uso por mais rodadas. Por fim, na conclusão, será mostrada a relevância da aplicação deste jogo sério como ferramenta educacional nesta Unidade Escolar, verificando a eficácia do mesmo.

Capítulo 1

Revisão Bibliográfica

Para melhor entendimento sobre os assuntos abordados nos estudos da *gamificação* da matemática, necessita-se, inicialmente, abordar alguns temas específicos, como *Video Game*, Jogos Pedagógicos aplicados à Matemática, Jogos Sérios, Jogos Sérios durante a pandemia, Interação Humano-Computador, *Android*, *Google colab*, Métodos da Engenharia de *Software* e Processamento Estatístico de Sinais. Ou seja, vamos mostrar desde a evolução dos *games* até o seu uso na educação e, incluindo, o uso de novas tecnologias.

1.1 Vídeo Game

O *video game* pode ser definido como um conjunto de atividades que envolvem um ou mais jogadores, tendo desafios e metas a serem alcançadas, as quais trazem consequências, dependendo da atitude tomada diante do jogo. Geralmente o jogo se dá em uma competição e a interação do indivíduo (jogador) com a máquina é realizada por meio de um comando, seja em um console no computador, em telemóveis ou outro tipo de tecnologia (CARRASCO, 2012).

No *videogame*, o jogador não é um elemento passivo. À medida que ele interage e fornece os comandos para seguir as etapas do jogo, tomando decisões, torna-se protagonista da ação, que requer uma determinada decisão (CARRASCO, 2012).

Para De Aguilera (DE AGUILERA, 2003), obras como o livro *El niño y los medios de comunicación*, de Greenfield, em 1985, colaboraram para verificar a importância dos jogos de *Videogame* na educação das crianças e adolescentes que têm dificuldade em

aprender assuntos que exijam habilidades básicas, auxiliando a ter motivação e estimulando a aprendizagem. Isso tornou os jogos úteis, principalmente, nos casos em que as crianças têm dificuldades de concentração, já que o retorno imediato fornecido pelos *video games* e a necessidade de uma resposta contínua durante o jogo desafiam e estimulam eles a despertarem a curiosidade e interagirem, contribuindo para o aprendizado.

Outra importância do jogo é o fator social, uma vez que é transversal a todas as culturas, disseminado por todas as classes sociais, independentemente de idade, sexo ou raça, não possibilitando a segregação ou a superioridade de uma determinada classe em relação à outra (CARRASCO, 2012).

Embora os *videogames* existam há mais de 50 anos, há pouco tempo a tecnologia colaborou para sua transformação em uma ferramenta de entretenimento cotidiano. Com o advento e ascensão da *internet* e a grande quantidade de aplicativos para celular, os *games* se tornaram um meio de entretenimento muito comum entre a geração jovem, o que possibilitou o avanço na tecnologia e permitiu aos *designers* criarem mundos digitais detalhados, com sons e gráficos dramaticamente aprimorados, aproximando-se do mundo real e tornando a experiência de jogo mais rica comparando com os jogos do passado (UTOYO u. a., 2018).

Algumas universidades utilizam jogos como ferramentas de aprendizagem, permitindo a melhorara dos alunos nas áreas da gestão de recursos, resolução de problemas, tomada de decisão, pensamento crítico, pensamento criativo e liderança, resgatando competências que são essenciais no dia a dia e no mercado de trabalho (CARRASCO, 2012).

1.2 Jogos Pedagógicos aplicados à Matemática

No Brasil, alguns pesquisadores, principalmente professores da educação básica, do Mestrado Profissional em Matemática (PROFMAT) desenvolvem pesquisas com jogos pedagógicos. Um desses pesquisadores foi Alex Silva (SILVA, 2018) que, na sua dissertação, desenvolveu jogos no Ensino Fundamental, destinados a alunos do sexto e do nono ano. Entre esses jogos estão: bingos, envolvendo as quatro operações básicas; dominós, utilizando as quatro operações básicas; e roletas, utilizando a multiplicação e a divisão.

Já a pesquisa de Gomes (GOMES u. a., 2018) abordou a eficiência do uso de jogos estratégicos matemáticos no Ensino Fundamental como auxílio na aprendizagem de alguns

conceitos, entre eles, tabuada de multiplicação e expressões numéricas, utilizando jogos como o Multiplicativo, o Seixos e o Contig60R.

Também em 2018, Siena (SIENA, 2018) elaborou um protótipo de um jogo digital, *Sinapsis*, para *Android* que propõe a resolução de problemas matemáticos durante o jogo, sendo a sobrevivência do jogador condicionada aos acertos. O protótipo desse jogo foi desenvolvido em ambiente 3D para ser jogado por uma pessoa.

Outro estudo foi o de Oliveira (OLIVEIRA, 2019) que utilizou uma metodologia diferenciada no ensino da matemática, por meio de jogos, com o objetivo de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. De acordo com ele, as propostas dos jogos permite o desenvolvimento da iniciativa, da imaginação, da criatividade e do interesse da criança, auxiliando professores do Ensino Fundamental. Para essa metodologia, destacam-se três dos seis jogos propostos: Soroban, que funciona como um Ábaco, instrumento de contagem; Bolimática (Boliche com Matemática), que trabalha as quatro operações e cores com crianças do 4º ao 6º ano do Ensino Fundamental; Jogo da Memória, utilizando a memória para abordar conteúdos, como as quatro operações fundamentais, o sistema de numeração decimal, a tabuada, o sistema monetário e as frações.

Analizando a questão dos jogos em sala de aula, Figueiredo (FIGUEREDO, 2018), em sua dissertação de mestrado, destacou os aspectos sociais dos educandos na composição familiar e em seus hábitos relativos à aquisição de conhecimento para entender o comportamento do jogador, no caso, o estudante, diante do jogo, segundo a ótica social.

Por fim, com a proposta de verificar o impacto do jogo como recurso didático potencializador no processo de ensino e aprendizagem, possibilitando o conhecimento de conceitos matemáticos no Ensino Fundamental, (SOUSA, 2018) realizou um estudo bibliográfico, destacando conteúdos como frações e equações do primeiro grau.

1.3 Jogos Sérios

Em 1970, Clark Abt (ABT, 1970) deu origem ao termo *Serious Games*, e iniciou o estudo sobre esse meio lúdico de aprendizado (WILKINSON, 2016), aproveitando a crescente popularidade dos *videogames*. Esta aplicação inicialmente não seguiu o formato digital de um *videogame*, mas sim de jogos de tabuleiros, jogos de carta e outros jogos que se relacionavam com o aprendizado baseado em simulação.

O filósofo Platão propôs que a brincadeira pudesse ser usada, como extensão educacional, para orientar o desenvolvimento de uma criança (D'ANGOUR, 2013). Porém a proposta por muito tempo se resumia a conceitos filosóficos.

No final do século XVIII, os filósofos do Iluminismo Friedrich Schiller e Jean-Jacques Rousseau criaram uma corrente que atribuía ao jogo um direito de infância (COHEN, 2006).

Por meio desse trabalho, o jogo foi reconhecido como uma atividade intrinsecamente intencional em educar, pois em muitos deles a criança interpreta personagens da sociedade - médico, professor ou policial - explorando normas culturais. Essas interpretações também são muito comuns em jogos digitais e são evidenciadas nas discussões contemporâneas que exploram o papel dos jogos digitais na expressão e no reforço do debate das normas sócio-cívicas.

A posição do jogo pode ser observada como terapia, sendo uma expressão de experiências internas especialmente através de símbolos ou elementos imaginários (COHEN, 2006). No contexto histórico, o treinamento militar baseado em jogos como simulação de guerra teve um papel fundamental para o desenvolvimento de simuladores, sendo sua prática associada ao *Serious Games*.

A partir da década de 1950, algumas organizações comerciais iniciaram a prática de adotar aprendizado baseando-se em simulação e apoiando-se no surgimento de teorias participativas da aprendizagem, que se tornavam cada vez mais crescentes. Devido à complexidade das práticas do mundo real, as regras dos jogos de simulação podem ser construídas para refletir com precisão sistemas sociais, econômicos e políticos complexos (DUKE, 1974).

Ainda no contexto da tendência da experimentação militar, *Battlezone*, figura 1.1, foi um jogo desenvolvido em cooperação com os militares dos EUA e a empresa *Atari*.

Em 1980, a *Atari* publicou o arcade *Battlezone*, figura 1.1, em que os jogadores utilizavam um anexo de periscópio para mirar e atirar em veículos inimigos. Para o exército dos EUA, a mecânica do jogo treinador *Bradley* foi vista como um simulador de treinamento para os novos veículos de combate de infantaria, adicionando recursos personalizados como tipos de munição transportados e modelos de tanques inimigos, que foram alterados para refletir as semelhanças dos tipos de tanques do mundo real.



Figura 1.1: Imagem do Jogo Battlezone. Fonte: <http://www.atari2600.com.br>

No contexto educacional, de maneira mais ampla, Abt (ABT, 1970) identificou que uma das principais considerações para a adoção de Jogos Sérios não é apenas sua eficácia, mas também sua relação custo-benefício, ou seja, se vale a pena a utilização do jogo, avaliando sua relação custo-efetividade e eficiência em comparação com outros métodos de ensino e pesquisa.

A recompensa pode esboçar sentimentos que são imprevisíveis, porém o *feedback* dos *videogames* leva a um desejo contínuo do jogador, e isso é objeto de estudos modernos de neurociência que acompanham, durante o jogo, a liberação de dopamina, entendida como a substância química do desejo (HOWARD, 2007). Além disso, essa abordagem de intervalos de recompensa é abordada pelo *Serious Games* para promover o envolvimento e a motivação (COHEN, 2006), o que é denominado gamificação.

Apesar de ser um campo relativamente novo, os chamados jogos sérios são usados mesmo antes da popularização dos jogos digitais há mais de 40 anos (KARAM, 2020).

Para Husain (HUSAIN, 2011), existem alguns jogos que são bem aplicados ao ensino da matemática, como *Serious Game*, entre eles, o jogo *Settlers*, em que aos jogadores é dada uma missão para chegar a Marte munidos de suprimentos suficientes para efetuar a viagem. Além disso, deve-se encontrar o melhor caminho e estabelecer uma colônia.

Quest Atlantis é outro exemplo de *Serious Games* para ensino da matemática direcionado a crianças. O jogo de lógica possui gráficos relativamente impressionantes e é altamente interativo (HUSAIN, 2011), cujo objetivo é juntar todas as peças de um artefato histórico perdido. Existe também o jogo *Lost Mind of Dr. Brain*, que tem a

finalidade de recuperar o cérebro e o intelecto do cientista com quebra-cabeças e enigmas.

O *Messenger Quest* é um outro exemplo de jogo utilizado na matemática, considerado por Husain um programa mais completo que os anteriores, sendo composto por três componentes: o jogo, a rede social e o console do professor. A missão estabelecida é responder os desafios que exigem habilidades matemáticas para serem superadas. O jogo possui três objetivos: melhorar as habilidades de alto nível dos alunos, como aumento da capacidade de discutir, negociar, trabalhar em equipe e criar decisões em grupo; aprender fatos sobre a matemática (com base nas competências) enquanto navegam e interagem no jogo; ensinar aos estudantes o bom uso da matemática, no mundo real e com conceitos de resolução de problemas, ao em vez de simplesmente resolver equações sem nenhum contexto.

Existem outros jogos, como por exemplo de *Serious Games*, utilizados na educação, entre eles (KARAGIORGAS, 2017):

1. *Dragon Box*, projetado para crianças de nove anos de idade ou mais, e por meio de exercitação da geometria básica e dos teoremas de Euclides;
2. *Pulse*, que reproduz as condições de uma enfermaria em um hospital e atua como uma espécie de simulador, em que os futuros enfermeiros podem praticar tudo o que aprendem em suas aulas teóricas, ganhando experiências em lidar com situações reais, sendo o objetivo dos jogadores identificar o problema de cada paciente, priorizando os casos mais graves e aplicando as medidas adequadas, dependendo da condição de cada pessoa;
3. *Pacific*, que consiste em uma missão humanitária, na qual o avião de uma equipe cai e os tripulantes ficam presos em uma ilha no meio do Oceano Pacífico, tendo como objetivo que o jogador lidere sua equipe enquanto eles constroem um balão de ar quente para que possam escapar da ilha e voltar para casa sãos e salvos, sendo necessário aprender virtudes de um bom líder e gerente de equipe, incluindo motivar e recompensar seus colegas, resolver conflitos, delegar tarefas e treiná-los;
4. *Duolingo* é um aplicativo de aprendizado de idiomas e quando o mesmo é praticado, os jogadores recebem pontos, passam para o próximo nível, perdem vidas ou superam seus amigos e parentes, e embora não seja estritamente um jogo sério, é um aplicativo bem-sucedido no quesito da gamificação para o aprendizado;

5. *The Virtual Interactive Combat Environment (VICE)*, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, utiliza um sofisticado simulador 3D para permitir que os militares pratiquem a resolução de conflitos, como usar equipamentos de regulamentação, se comunicar com o resto da equipe ou atuar em um cenário de guerra.

Os *Serious Games* também vêm sendo utilizados na robótica, como em uso por pacientes pós-AVC que necessitam de reabilitação motora. Geralmente os processos de reabilitação convencionais são trabalhosos, podendo entediar os pacientes, enquanto que o uso do jogo pode mascarar o processo repetitivo da terapia. No processo de reabilitação com uso da robótica e *Serious Games*, a trajetória de movimento não é imposta ao paciente, mas sim sugerida pela interface do robô, no intuito de que o usuário atinja seu objetivo contribuindo para a sua recuperação, motivando os pacientes e evitando frustrações quando não são capazes de concluir uma tarefa. Além disso, diferentes pacientes têm diferentes níveis de habilidades que exigem que as tarefas sejam ajustadas de acordo com suas deficiências e, ao mesmo tempo, evitando movimentos inadequados (ANDRADE, 2013).

1.4 Jogos Sérios durante a pandemia

Durante a pandemia do covid-19, muitos estudos foram feitos no sentido de adequar a educação às tecnologias, utilizando jogos sérios, e assim atendendo à necessidade sanitária de isolamento social. Pacheco (PACHECO u. a., 2022) relata que o uso das tecnologia da informação levou a criar estratégias inovadoras na educação mudando paradigmas que favoreciam a repetição, desenvolvendo nos estudantes a busca de informações, pensamento crítico, resolução de problemas e aprendizagem autorregulada.

Em seu artigo, Pacheco (PACHECO u. a., 2022) mostra modelos de ensino-aprendizagem remoto utilizando plataformas educacionais dedicada ao ensino de logística, como exemplo cita o projeto *GOAL* que tem o objetivo de transmitir e integrar conceitos logísticos, incluindo vídeos, questionários e notas, elementos que estão ligado ao jogo *LOST*, no qual os alunos aplicam conceitos de logística e entendem as interfaces de uma cadeia de suprimentos.

Já Fonseca (FONSECA u. a., 2021), relata que o uso de sistemas digitais na educação, principalmente os interativos, aliados ao trabalho online, possibilita uma maior velocidade, além de deixar o processo educacional mais barato e sustentável, quando comparado aos métodos tradicionais de educação. Fonseca, na pandemia, realizou estudos sobre o uso de dispositivo de realidade virtual, chamado *HTC Vive*, que é composto por um fone de ouvido, dois controladores e duas unidades emissoras de laser infravermelho para mapear espaços e óculos *Rift* para visualização, sendo aplicado no ensino da arquitetura, possibilitando aumentar a compreensão espacial dos estudantes.

Outro estudo avaliou um jogo intitulado *The Working Social Place*, utilizado para trabalho remoto, inserindo reuniões remotas em um jogo sério. Investigando se deixaria o ambiente de trabalho mais lúdico para reuniões remotas, o *software* foi testado por uma equipe de seis pessoas que trabalhavam na mesma empresa e os integrantes possuíam *avatares* e mapas de jogo para as reuniões com algumas gratificações de pontuações à medida que executavam tarefas (HÖGLUND, 2021).

1.5 Interação Humano-Computador

A Interação Humano-Computador (IHC) não engloba apenas *interfaces*, mas todos os aspectos relacionados à interação entre pessoas e sistemas computacionais. Trata-se de um tema multidisciplinar que relaciona ciência da computação, design, ergonomia, psicologia, sociologia, semiótica, linguística e áreas afins (PANWAR, 2012).

Existem diversas finalidades da IHC, entre elas, desenvolver ou melhorar a segurança, a utilidade, a eficácia, a eficiência e a usabilidade de sistemas computacionais. Essas funcionalidades se relacionam com a completeza com que os usuários atingem objetivos específicos, acessando a informação correta ou gerando os resultados esperados; o quanto o usuário completa para atingir seus objetivos em relação à quantidade de recursos gastos; e a facilidade em aprender a usar o sistema (BARBOSA, 2010).

Na IHC um aspecto relevante é a relação da qualidade de um determinado sistema com a interação, pois melhorar as funcionalidades não significa melhorar a interação (PANWAR, 2012).

Os *Vídeo Games* são *softwares* com *interfaces* e usuários (*players*), e isso torna possível estudar na perspectiva Interação Humano Computador, observando o campo da

usabilidade, com avaliações heurísticas e orientações cognitivas, exigindo novas formas de pensar e novas ferramentas de análise desenvolvidas propositadamente para aplicação em jogos, pois as distinções entre os *Vídeogames* e a IHC são focadas em jogos que se concentram no processo de uso (jogabilidade) e não nos resultados desse processo. Os objetivos dos jogos são geralmente definidos e motivados dentro do mundo do jogo, enquanto os objetivos dos aplicativos de produtividade na IHC são externos ao mundo virtual. Os jogos incentivam ativamente uma variedade de experiências, enquanto as IHC buscam consistência o tempo todo. Além disso, impõem restrições ao usuário, enquanto a IHC procura removê-las. O grau de inovação nos jogos tende a exceder a das aplicações IHC (PANWAR, 2012).

A questão relacionada às orientações cognitivas na IHC está centrada na engenharia cognitiva, que foi gerada por Donald Norman em 1986, relacionando conhecimentos de ciência cognitiva, psicologia cognitiva e fatores humanos ao *design*, com construção de sistemas computacionais, fundamentados nos seguintes objetivos: entender os princípios fundamentais da ação e do desempenho humano relevantes para o desenvolvimento de princípios de design e elaborar sistemas que sejam agradáveis de usar, tendo uma correspondência de forma prazerosa (BARBOSA, 2010).

Barbosa (BARBOSA, 2010) ainda examina a IHC com as orientações cognitivas. De acordo com ele, existem limitações na base da engenharia cognitiva, pois uma pessoa possui objetivos e intenções, que são variáveis psicológicas existentes apenas na mente, relacionando-se diretamente às suas necessidades e à sua situação atual. Com isso, necessita de um estágio de interpretação que relaciona as variáveis físicas e psicológicas, por meio de funções, ligando as variáveis físicas e a mudança resultante no estado físico, tornando bastante complexa a interpretação dessas orientações cognitivas na IHC por *softwares*.

1.6 Android

No sistema operacional *Android* é possível criar aplicativos para dispositivos móveis, como *smartphones*, *tabletes* e *media player* portátil, desenvolvida pela *Google*, e posteriormente pela *OHA* (*Open Handset Alliance*), uma organização que une várias empresas com o objetivo de criar padrões abertos para dispositivos móveis. A vantagem de desen-

volver *softwares* para *Android* é que as ferramentas e programas necessários são gratuitos e disponíveis para sistemas operacionais (*OS X*, *Windows* e *Linux*).

O *Android* possui um sistema mais tolerante a falhas do que outros sistemas que o antecederam, sendo sua base de operação o sistema operacional *Linux*. Os aplicativos utilizados no sistema operacional *Android* são códigos gerenciados, portanto, é menos propenso a causar falhas no telefone (PANWAR, 2012).

Os protótipos do jogo foram desenvolvidos na plataforma *Android*, pois, além de gratuita, esta plataforma vem aumentando a quantidade de jogos disponíveis. Há muito tempo, o jogo era aplicado apenas no computador, ou em um console de *videogame*, mas agora pode ser aplicado em um celular, *tablete* ou plataformas móveis (*media player portátil*). Por causa da disseminação dos jogos para celular, os usuários jogarão com maior frequência, já que o aparelho se encontra na palma da sua mão a todo o instante (NURYANTI, 2015).

O protótipo da Gamificação da matemática foi desenvolvido utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), *Android Studio*, mostrado na figura 1.3.

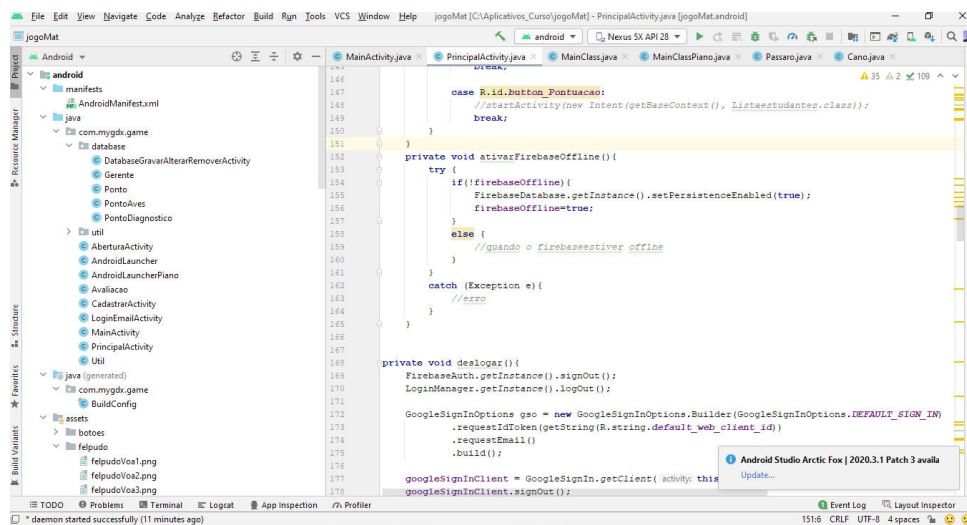


Figura 1.2: Imagem do Android Studio, construção do JogoMat.

O *Android Studio* foi escolhido por ser um *software* disponibilizado gratuitamente e se encontra disponível para *download* para o sistema operacional *Windows*, *Mac OS* e *Linux*, sendo programado na linguagem *JAVA*.

Para Nuryanti e Prasetya (NURYANTI, 2015), as vantagens dos jogos para celular são: alto potencial dos consumidores, pois a quantidade de pessoas que tem celular é grande e continua em uma crescente, superando a quantidade das que têm computador

em casa; o entusiasmo do telefone móvel é maior do que em outra plataforma, já que sempre está presente ao usuário, podendo otimizar o tempo de diversão; a portabilidade, pois os jogos podem ser instalados em todos os aparelhos que possuem o mesmo sistema operacional, no caso aqui estudado, o *Android*; e, por último, o celular é um dispositivo que suporta jogo *multiplayer* (vários Jogadores).

1.7 Google Colaboratory

O Google *Colaboratory* ou *Colab* possibilita a escrita em código *Python* no seu navegador, figura 1.3, sem necessidade de ser configurado, além de acesso gratuito a GPUs. Os arquivos do *Colab* permitem combinar código executável, imagens, *HTML*, *LaTeX* que ficam armazenados na conta do Google *Drive*, que é um servidor da Google disponível para os seus usuários, ou seja, clientes que possuam *e-mail gmail* cadastrado. Existe a possibilidade de compartilhar os arquivos do *Colab* entre pessoas, permitindo comentários ou edição (GOOGLE, 2021).



Figura 1.3: Imagem do Google Coleb, análise de dados do Jogo do Piano.

No processamento dos dados do jogo JogoMat, foi utilizado esta ferramenta, Google *colab*, figura 1.3, com o uso da programação *Python*, ficando disponível no servidor, para que professores e outros interessados possam ter acesso às informações e desenvolvimento deste trabalho. Além disso, este mesmo código pode ser usado para novos dados, aplicados para outros estudantes que venham a jogar o JogoMat. O processamento desses dados acontece no servidor da Google, usando a conta *gmail*, para processar os dados do Jogo do Piano e Jogo da Ave.

1.8 Realtime Database - Firebase da Google

O *Firebase* é um serviço que armazena e sincroniza dados com o banco de dados da Google, na nuvem NoSQL. A sincronização ocorre para todos os clientes em tempo real e permanece disponível mesmo quando o app está *off-line* (GOOGLE, 2021).

O *Firebase Realtime Database* é um banco de dados que fica hospedado em uma nuvem da Google. Com ele, é possível verificar os dados em tempo real como observado na figura 1.4.

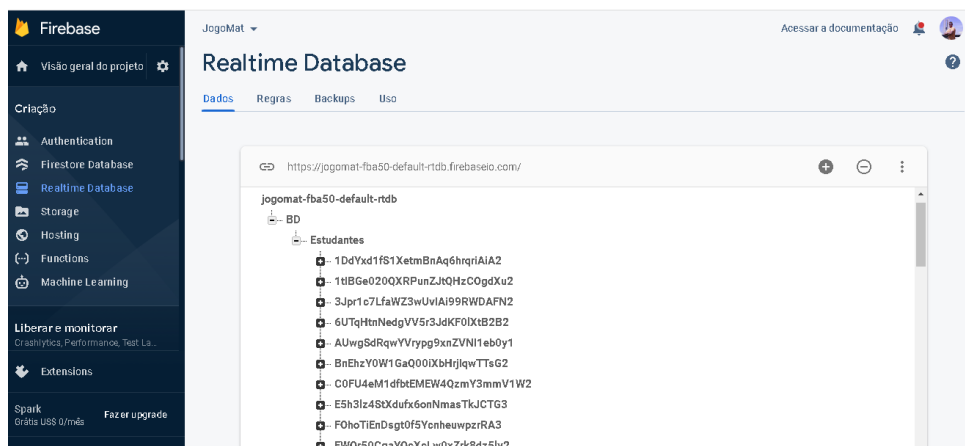


Figura 1.4: Imagem do Database Realtime, com dados dos jogadores do JogoMat.

Observa-se que, dentro da pasta "Estudantes", na figura 1.4, existem vários *ids*, cada um deste é um jogador cadastrado da plataforma com suas informações de jogo, neste caso, a rodada e a pontuação obtida, conforme é apresentado no anexo deste trabalho.

O *Firebase Realtime Database* pode ser acessado diretamente de um dispositivo móvel ou navegador da *web*, sem a necessidade de um servidor de aplicativos. As informações são armazenadas nesse banco de dados com o formato .JSON e sincronizado em tempo real, podendo ser exportado, para a utilização no Google *Colab* e convertido para o formato ".CSV".

1.9 Métodos da Engenharia de Software

Baseado no livro do Pressman (PRESSMAN, 2011), o projeto de gamificação da matemática seguiu as etapas da engenharia de *software* que apresenta uma tecnologia em camadas, como poderá ser observada na figura 1.5. A base para a engenharia de *software* é a camada de processos que mantêm as camadas de tecnologia coesas, possibilitando o

desenvolvimento do *software* de forma racional e com planejamento, dentro do prazo.



Figura 1.5: Camadas de processos

Os métodos da engenharia de *software* fornecem as informações técnicas para desenvolver *softwares*, incluindo: comunicação, análise de requisitos, modelagem de projeto, construção de programa, testes e suporte.

A camada de processo contém o conjunto de atividades, ações e tarefas a serem realizadas na criação do *game*. A metodologia é a base para o processo da engenharia de *software* que englobou as seguintes etapas da figura 1.6.



Figura 1.6: Camadas da engenharia de software (PRESSMAN, 2011)

1. Levantamento das necessidades que ajudaram a definir as funções e características do *software*, por meio de conversas e questionários com os alunos e professores;
2. Planejamento, por meio do qual foi criado um mapa, plano de projeto de *software*, descrevendo as tarefas técnicas a serem conduzidas, os riscos prováveis, os recursos necessários, os produtos resultantes a serem produzidos e um cronograma de trabalho;
3. Modelagem, que é a etapa na qual foi elaborado um “esboço” do *game*, de modo que se possa ter uma ideia do todo e, também, de como as partes constituintes se encaixam, entre outras características;

4. Construção, em que foi construído o código para gerar os testes;
5. Apresentação do *software* para ser avaliado, última etapa, quando foi colhido o *feedback*, baseado na avaliação.

Os protótipos que foram desenvolvidos neste projeto de mestrado seguiram o modelo espiral e teve seu estudo continuado, verificando a sua aplicabilidade e resultados de acertos das operações matemáticas no Ensino Fundamental para estudantes de 8 a 12 anos.

Modelo Espiral

Como todos os sistemas, o *software* evolui ao longo do tempo, de acordo com as necessidades de negócio e de produto que mudam frequentemente, sendo inviável seguir um planejamento fechado.

Modelo espiral é um modelo de processo de *software* revolucionário que acopla a natureza iterativa, com os aspectos sistemáticos e controlados. Um modelo espiral é dividido em um conjunto de atividades, sendo cada atividade representada por um segmento. Esse modelo deixa possibilidades para o rápido desenvolvimento de versões cada vez mais completas como ilustrado na figura 1.7.

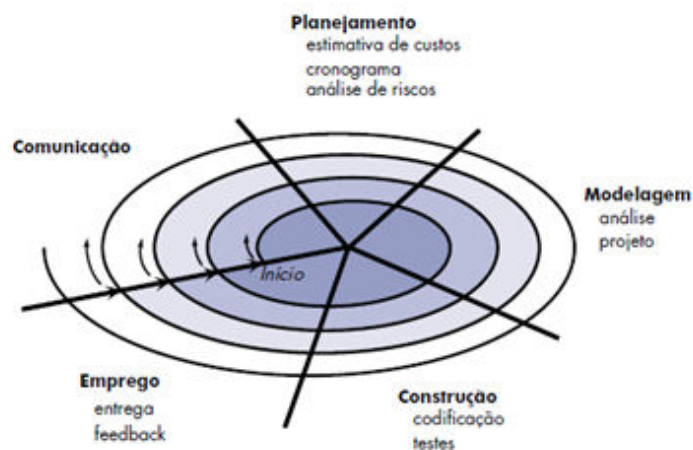


Figura 1.7: Modelo espiral

ANDRADE (2013)

As iterações, que foram feitas neste estudo de mestrado, constituem as versões dos protótipos que serão explicados na seção 2.7.

1.10 Processamento Estatístico de Sinais

O Processamento de Sinais se baseia na análise, ou modificação de sinais, utilizando teoria fundamental, algumas aplicações e algoritmos, extraindo informações e tornando-as mais apropriadas para alguma aplicação específica.

Este processo se utiliza de diversos estudos como matemática, estatística, computação, heurística e representações linguísticas, formalismos e técnicas de representação, modelagem, detecção, aquisição, extração, análise, síntese, descoberta e recuperação (MOURA, 2009). Os objetos de interesse do processamento de sinais podem incluir sons, imagens séries temporais e sinais de telecomunicações, a exemplo de sinais de rádio.

Neste estudo, analisaremos a pontuação ao longo das rodadas e o comportamento próximo às séries temporais. Para isso, serão utilizadas algumas métricas estatísticas: a média aritmética, que consiste em somar todos os valores da variável e dividir pelo número de observações envolvidos na soma; ou a média ponderada, uma variante da média aritmética, sendo utilizada quando vários valores da variável se repetem ou quando os valores possuem diferentes pesos (CAZOLA, 2003).

O desvio padrão expressa o grau de dispersão de um conjunto de dados, ou seja, o quanto um conjunto de dados é uniforme, ou diverge da uniformidade, pois quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados. Já a variância determina o afastamento da média que um conjunto de dados possui, sendo o desvio padrão ao quadrado (GOVEIA, 2011).

A covariância mede a relação linear entre duas variáveis, sendo medida a força com a direção da relação linear entre duas variáveis. Os valores de covariância não são padronizados, logo podem variar de menos infinito a mais infinito, e o valor para uma relação linear ideal depende dos dados (GOVEIA, 2011).

O coeficiente de covariância é uma função onde a covariância dividida pelo produto dos desvios padrão das variáveis, portanto, uma covariância positiva possui coeficiente de covariância positiva variando de 0 a 1 e uma variância negativa, coeficiente de covariância negativa variando de 0 a -1 (LOPES, 2003).

O Coeficiente de Correlação mede o grau pelo qual duas variáveis tendem a mudar juntas, ou seja, a sua dependência, avaliando a relação linear entre duas variáveis. Essa correlação também é medida entre -1 e 1, sendo negativo: correlação inversa: zero, não existe correlação; e positivo: existe correlação (LOPES, 2003).

A média móvel é um estimador que surge de cálculos a partir de amostras sequenciais de um determinado dado, por meio do agrupamento de uma quantidade de dados e observação da sua média (MACHADO, 2018). Em um exemplo do comportamento de um grupo nos últimos cinco dias, soma-se os primeiros cinco dias e divide por cinco. No dia seguinte, soma-se os últimos cinco e divide por cinco, tendo sempre a estimativa da média dos últimos cinco dias ao longo do tempo.

Regressão linear é uma equação que estima o valor esperado da variável x em relação à variável y , e é chamada de "linear" porque é considerado que a relação da resposta às variáveis é uma função linear (ALMEIDA, 2015).

1.11 Resumo do capítulo

Neste capítulo foi abordado o referencial teórico realizado para o desenvolvimento deste projeto, fazendo inicialmente um apanhado histórico do *video game*, observando estudos pedagógicos de jogos aplicados à matemática, muitos deles ligados ao mestrado profissional em matemática. Na sequência, foi analisada a situação dos jogos sérios, já desenvolvidos pelo mundo e suas utilizações na sociedade. Observou-se conceitos da interação humano computador para contextualizar a criação do aplicativo com a modernidade do uso de ferramentas educacionais.

O jogo foi desenvolvido para o sistema operacional *android*, logo foi feito um apanhado teórico desse sistema. Na sequência, foi abordado o Google *Colaboratory* e *Firebase Realtime Database*, em que foram feitos o processamento dos dados e o armazenamento, respectivamente, para a análise dos dados obtidos no *software* JogoMat.

Em seguida, foram abordados os Métodos da Engenharia de *Software*, no qual se baseou este trabalho de conclusão para o desenvolvimento do aplicativo JogoMat desde a sua criação, e, por fim, foi mostrado o processamento estatístico de sinais que serão utilizados para gerar as métricas de avaliação do *software*.

No próximo capítulo serão mostrados os dados coletados para aquisição dos requisitos necessários para construção e ajuste do *software*. Na sequência, será mostrado o funcionamento do jogo educacional JogoMat e suas funcionalidades e, finalizada com a aplicação do jogo na sala de aula, na Escolinha Santo Antônio, em Euclides da Cunha, no interior da Bahia, Brasil.

Capítulo 2

Metodologia

Assim como mostrado no referencial teórico, o jogo JogoMat seguiu as etapas da engenharia de *software* que apresenta uma tecnologia em camadas, para realização do mesmo, foi feito o levantamento dos requisitos.

Esta atividade visou uma pesquisa da situação atual para identificar necessidades dos usuários a fim de determinar as características do *design* como proposta de intervenção. Para (BARBOSA, 2010), o principal objetivo é identificar os requisitos dos usuários e as metas de *design* da Interação Humano-Computador, de forma que satisfaça coerentemente o plano que foi almejado para o *software*.

Que dados foram coletados?

Para elaborar o JogoMat foram coletados dados com usuários indiretos e diretos (*stakeholders*), dentre eles: gestor escolar, professor, pedagogo, pais e estudantes. Após compreender as necessidades de cada segmento e das tarefas que seriam realizadas utilizando o *game*, foi analisada a tecnologia disponível, como *hardware*, velocidade do processamento, *software* e outras ferramentas a que os estudantes tinham acesso, levando em consideração, entre outras coisas, quais as demandas dos estudantes e como elas poderiam ser alcançadas, quais as tarefas que os estudantes precisariam e poderiam realizar, neste caso, um jogo lúdico com as quatro operações. Outro detalhe importante foi conhecer a gravidade dos erros, determinando as possíveis consequências desses erros.

Por se tratar de um jogo, um elemento importante é a motivação para jogar e a ludicidade que se fez necessário nesse processo. O estudante para jogar um *game* educacional como o JogoMat necessita ter prazer em jogar e não apenas quando for solicitado.

Nos questionários *online*, o objetivo era conhecer melhor o perfil dos jogadores e da comunidade em que esses jogadores estão inseridos. Também foi verificada a expectativa desse grupo em relação ao jogo e a possibilidade de serem satisfeitos todos os requisitos desejados que estavam coerentes com a proposta do *software*.

Aspectos Éticos de Pesquisas Envolvendo Pessoas

Durante o desenvolvimento do projeto também foram levados em consideração os aspectos éticos de pesquisas envolvendo pessoas. O *design*, por exemplo, protegeu o bem-estar físico e psicológico dos participantes, sendo infantil e de fácil interpretação. Já a conduta fundamentada na dignidade humana obedece aos seguintes princípios: beneficência, não maleficência, autonomia e justiça (KOERICH, 2004).

O princípio da beneficência é interpretado como o dever de ajudar, de fazer ou promover o bem em favor de seus interesses, dando proteção aos grupos vulneráveis e aos legalmente incapazes, que são as crianças envolvida neste processo. O da não maleficência está relacionado ao dever de se abster de fazer qualquer mal ao próximo, não causando danos ou colocando-o em risco. Já o princípio da autonomia é relacionado à autodeterminação ou autogoverno e ao poder de decidir sobre si mesmo, preconizando que a liberdade de cada ser humano seja resguardada. E o princípio da justiça relaciona-se à distribuição coerente e adequada de deveres e benefícios sociais (KOERICH, 2004).

Os termos de consentimento informado livre e esclarecido dos professores que participaram desta pesquisa se encontram no final deste trabalho de conclusão, nos anexos.

Coletando dados para o desenvolvimento do *software*

O tipo de coleta de dados selecionado para esse projeto, de acordo com a sua necessidade na Etapa/Processo, foi o questionário, no formato *online*, devido ao período da pandemia.

O questionário é uma técnica de coleta de dados frequentemente utilizado em pesquisas, e utilizada neste trabalho para obter dados necessários para o desenvolvimento do *software*, como análise ou avaliação.

O questionário foi composto de perguntas fechadas, de preenchimento rápido e de fácil análise, contendo instruções claras sobre como responder cada pergunta e indicando explicitamente se a pergunta admite uma única resposta ou múltiplas respostas. Para

isso, foi utilizada a Ferramenta “Formulário Google”: recurso disponibilizado pelo Google que coleta e organiza informações em pequena ou grande quantidade, gratuitamente com perguntas que os usuários e demais participantes devem responder (vide o questionário no anexo I deste projeto).

A escola escolhida para aplicação do jogo foi a Escolinha Santo Antônio da cidade de Euclides da Cunha, Bahia, Brasil, haja vista, ser a cidade natal dos familiares maternos do autor deste trabalho final de conclusão de curso e pelo momento pandêmico em que era vivenciado no Brasil e no Mundo, em meados do ano de 2021. A escola aceitou participar da pesquisa, dando todo o suporte para a aplicação do JogoMat, como: interação do pesquisador com os professores, interação do pesquisador com os estudantes, *internet* em sala de aula e autorizando os estudantes para o uso de celular em sala de aula, ação necessária para armazenar os dados no banco da Google ao usar o JogoMat.

O questionário foi realizado primeiramente com os professores e coordenadores, e, levando em consideração o momento caótico da saúde pública mundial, a pandemia, houve pouca adesão, pelo medo recorrente e precaução da escola em preservar seus funcionários. Ao total, quatro pessoas responderam o questionário, sendo três professores e um coordenador pedagógico.

Questionário para o membro da Unidade Escolar

A instrução inicial era: questionário para levantamento de requisitos do software educacional *gamificação* da matemática para alunos do 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental (marque uma alternativa em uma escala de 1 a 5, sendo 1 discorda completamente, 2 discorda parcialmente, 3 não sabe responder, 4 concorda parcialmente e 5 concorda completamente).

A primeira pergunta era se os membros da Unidade Escolar já utilizaram algum jogo em sala de aula para auxiliar no ensino. Observou-se que alguns educadores já fizeram uso de um jogo como uma ferramenta de recurso didático, não sendo um elemento novo para associação à sua docência, porém outros nunca utilizaram essa ferramenta, sendo um desafio e inovação para o ensino desse profissional.

Na segunda pergunta, para aos membros da Unidade Escolar, se acreditava que um Jogo Sériô, com ações educativas, poderia ser didático no ato de ensinar, e, 100% dos educadores responderam acreditar que o jogo pode ser utilizado como recurso didático no

ato de ensinar, logicamente, sendo um jogo sério que cumpre o que se propõe.

Terceira pergunta era se usaria um aplicativo, no formato de jogo, como ferramenta educacional, para auxiliar na avaliação do nível de conhecimento dos estudantes, todos os professores responderam que usariam o jogo como uma ferramenta educacional e, destes, dois participaram desse projeto, usando o JogoMat.

A quarta pergunta era se acreditava que o lúdico deixaria a matemática mais fácil para o entendimento e todos os professores responderam acreditar que o jogo sendo lúdico se tornaria mais atrativo, sendo que 75% concordou totalmente e 25%, parcialmente, logo este jogo precisaria chamar a atenção dos estudantes/crianças para ser mais divertido e despertar o desejo de jogar.

Na quinta pergunta, que foi se os participantes achavam que um jogo com cores, pedagogicamente, se torna mais lúdico para o aprendizado, todos os professores responderam que acham que o jogo deve ser animado, com cores e elementos que chamem a atenção do estudante.

Já na sexta, a pergunta era se um jogo com sons e trilhas sonoras, pedagogicamente, se torna mais lúdico para o aprendizado. Os educadores também acreditam que o jogo precisa ter som, ou seja, uma trilha sonora própria, o que também seria uma marca e forma de identificar o jogo.

Na sétima pergunta, foi inquirido se o jogo deve ter sons de interação com o usuário, como ao clicar, ou sons ao ganhar e sons ao perder. Todos concordaram que o jogador/estudante deve se sentir com maior interação entre o jogo e ele, e isso foi feito tanto no Jogo da Ave, simulando o voo da Arara, quanto no Jogo do Piano, com o toque do instrumento musical ao teclar na resposta correta.

Na oitava pergunta, foi indagado se gostaria que o jogo educacional passasse um *feedback* do avanço do nível do conhecimento do estudante, e, segundo os professores, o jogo deve passar um retorno do conhecimento do aluno e isso foi feito, sendo que após toda a ação de jogar, o aplicativo mostra a pontuação/nota, dando *feedback* ao estudante e possibilitando o seu desenvolvimento.

Na nona pergunta procurou saber se os educadores acreditavam que um jogo com premiação, como conquista de títulos, medalhas, virtuais e um *ranking* dos melhores jogadores, contribui pedagogicamente. Na resposta, a maior parte dos educadores concordam totalmente que se deve ter um *ranking*. Mas isso não foi feito no jogo para evitar dis-

putas e desclassificação/desmotivação dos estudantes. Em compensação, semanalmente essas informações foram repassadas individualmente para cada estudante participante do projeto.

Através da décima pergunta, queria saber se acreditava que o jogo deveria fornecer aulas básicas durante a execução e os professores acreditam que o jogo deveria conter aula, porém isso não foi implementando, deixando para futuros estudos e realizações. Apenas foi dado o *feedback* como modelo de aprendizado.

A décima primeira pergunta solicitava a função na escola, já relatada inicialmente. Já a última, perguntava sobre o ano lecionado.

respostas foram de professores do 4º, e 5º, anos, que foram o foco de desenvolvimento deste projeto, sendo duas professoras do quarto ano e uma do quinto ano. A outra entrevistada era a coordenadora pedagógica da escola.

Questionário para os pais dos estudantes da UE

Agora será observada as respostas dos onze pais. Os alunos são menores na faixa de 9 a 12 anos e não participaram desse questionário. O questionário segue no anexo deste projeto, realizado com os pais e responsáveis dos estudantes para levantamento de requisito do *software* JogoMat.

A instrução do questionário relatava: questionário para levantamento de requisitos do *software* educacional “gamificação da matemática” para alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental (marque uma alternativa em uma escala de 1 a 5, sendo 1 discorda completamente, 2 discorda parcialmente, 3 não sei responder, 4 concorda parcialmente e 5 concorda completamente).

1. Você já utilizou algum jogo no computador ou no celular?

11 respostas

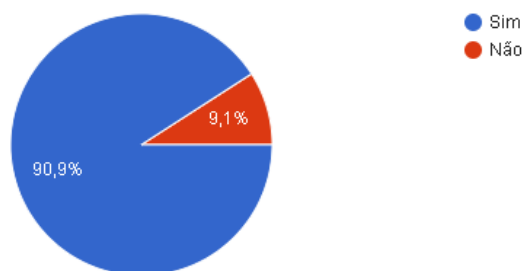


Figura 2.1: Pergunta 1 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

2. Você considera **Matemática** uma disciplina difícil?

11 respostas

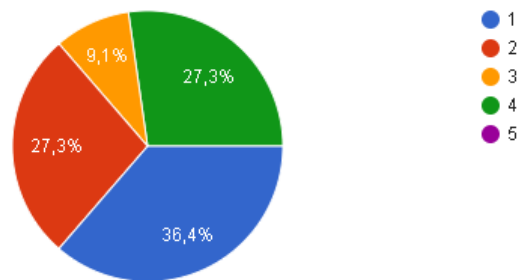


Figura 2.2: Pergunta 2 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

3. Você gostaria de aprender **Matemática** por meio de um jogo educacional?

11 respostas

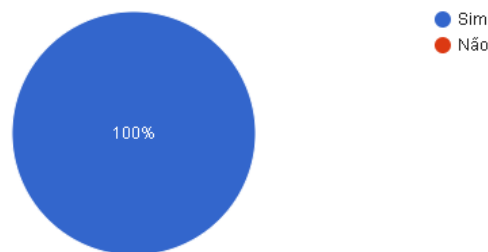


Figura 2.3: Pergunta 3 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

4. Você considera expressão numérica um conteúdo difícil na matemática?

11 respostas

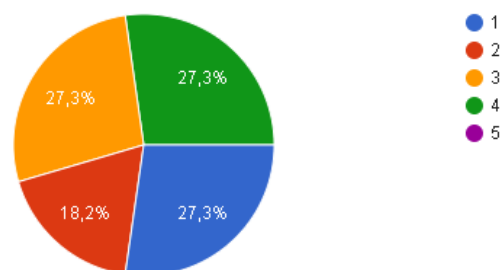


Figura 2.4: Pergunta 4 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

Na figura 2.1 observa-se que mais de 90% dos pais já utilizaram algum tipo de jogo no celular, ou no computador.

Boa parte, como observado na figura 2.2, dos pais (36.4%) não acha matemática

difícil, algo bem relevante já que o jogo trata especificamente dessa disciplina, podendo atrair a atenção dos pais para este recurso moderno.

Todos os pais, na figura 2.3 gostariam de aprender matemática por meio de um jogo educacional, algo bem favorável para o incentivo e aceitação dos estudantes para utilizar este jogo como ferramenta didática.

5. Você acha que sons e trilhas sonoras ajudam a tornar o jogo mais interessante?

11 respostas

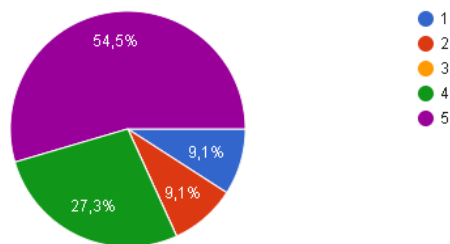


Figura 2.5: Pergunta 5 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

6. Você acha que um jogo com cores é mais atrativo?

11 respostas

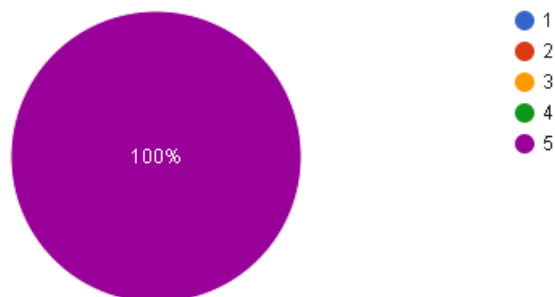


Figura 2.6: Pergunta 6 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

Boa parte dos pais (27,3%), na figura 2.4 acha expressão numérica difícil e a mesma quantidade acha fácil, porém não foi utilizada a expressão numérica nesse jogo no 4º, ano. Já no 5º, ano, houve uma versão com expressões numéricas a pedido da professora, porém, não houve atualização do *software* por parte dos estudantes, o que inviabilizou a análise das expressões numéricas com o uso do *software*.

Na figura 2.5, a maioria acredita que deveria existir trilha sonora no jogo, porém este recurso foi deixado para o futuro, uma vez que o JogoMat já possui uma música

instrumental doada por um músico que será implementada na próxima versão.

7. Você acredita que um jogo com premiações, como conquista de títulos, medalhas virtuais e um ranking dos melhores alunos, incentiva o estudante a querer sempre jogar?
11 respostas

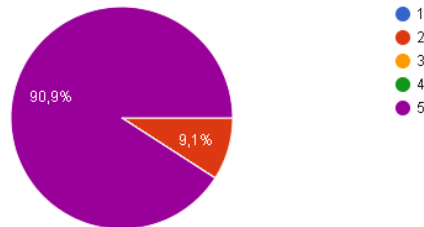


Figura 2.7: Pergunta 7 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

8. O jogo educacional deve mostrar o seu nível de conhecimento?
11 respostas

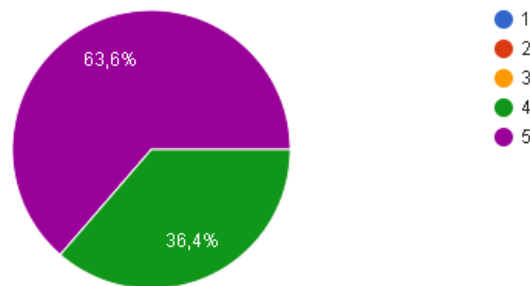


Figura 2.8: Pergunta 8 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

Já na figura 2.6, todos os pais acreditam que o jogo seria mais atrativo com cores, logo o jogo foi desenvolvido explorando cores e com um personagem colorido a Arara azul, personagem principal do JogoMat.

Observa-se na figura 2.7 que a maioria dos pais acredita que o jogo deveria ter premiação. Logo foi assim estabelecido um *ranking* fornecido de forma pessoal e privada e o aluno que obteve pontuações altas foi premiado com algumas guloseimas com lembrancinhas do JogoMat.

Com base na resposta dada na figura 2.8, a maioria acredita que o jogo deveria mostrar o nível de conhecimento, o que foi feito, mas mostrando individualmente a cada estudante, dados a média dos jogadores, pontuações mais altas, pontuação na última semana, pontuação no mês, pontuação geral e números de rodadas.

9. Você gostaria de assistir aulas básicas durante a execução do jogo?

11 respostas

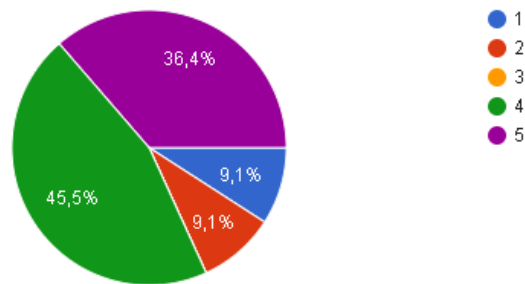


Figura 2.9: Pergunta 9 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

10. Você já utilizou algum tipo de aplicativo que interage com conteúdo das disciplinas?

11 respostas

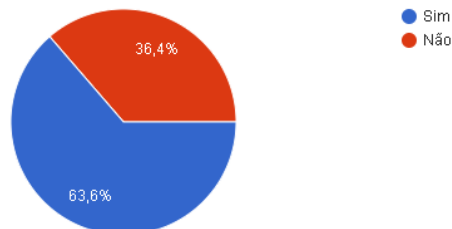


Figura 2.10: Pergunta 10 - Questionário para os pais dos estudantes da Unidade Escolar.

Boa parte dos pais, conforme figura 2.9, foram favoráveis a mostrar aulas durante o jogo, porém este quesito será um desafio para os próximos estudos, por precisar de preparação e elaboração de um novo projeto para este propósito.

A maioria dos pais, como observado na figura 2.10, já utilizaram um aplicativo que interage com alguma disciplina, o que é favorável, pois o retorno desse segmento pode ser construtivo e ajudar a avançar nos estudos a fim de obter um jogo mais ajustado para os estudantes.

2.1 Codificação e Testes

Finalizado o desenvolvimento do trabalho preliminar de elaboração do projeto, foi iniciada a codificação do *software*, que foi testado por parceiros, amigos e estudantes mais avançados do 1º ao 3º ano, do Ensino Médio, sendo o *software* reelaborado, reimplementado e corrigido.

O protótipo do jogo foi desenvolvido na plataforma *Android*, em *JAVA*, utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), *Android Studio*, que é disponibilizado gratuitamente, sendo instalado no sistema operacional *Windows 10*. O *Android* é o sistema operacional mais utilizado entre os celulares atualmente no Brasil; além disso, o *game* pode obter portabilidade, podendo ser instalado em qualquer aparelho que possua o mesmo sistema operacional *Android 4.0*, ou superior.

Após todo o processo de estudo citado em Engenharia de Requisito e a codificação do *game*, um protótipo foi disponibilizado para que os estudantes jogassem e, desse modo, obtivesse resultados, no intuito de gerar dados estatísticos, verificando a eficácia do processo e aplicando técnicas de processamento de sinais estatísticos para ajudar o professor na tomada de decisão. Os resultados obtidos puderam produzir gráficos de desempenho, fornecendo uma ferramenta para o diagnóstico do nível de conhecimento alcançado pelos estudantes, classificando, também, o real desempenho do *software*, no que se refere ao propósito de auxílio educacional, além de fazer uma prospecção futura desses dados.

Dispositivos utilizados

Para utilização do aplicativo nas escolas foi necessário o uso dos *smartphones* dos estudantes com plataforma mínima *Android 4.0*.

Aos estudantes que não tinham tal recurso foi cedido um aparelho celular. Para auxiliar esse projeto foram adquiridos três aparelhos tendo como requisito mínimo o *Android 4.0*, acesso à rede a *wifi* e/ou 3g ou 4g.

Com a aquisição desses aparelhos, todos os estudantes selecionados pelos professores, não simultaneamente, puderam jogar e participar da interação, dando sua contribuição para a alimentação do banco de dados, com o objetivo de que uma avaliação seja realizada na etapa de análise dos dados.

2.2 Como funciona o JogoMat?

O mascote utilizado foi a arara azul, animal atualmente em extinção que é bastante visto nesta região, pela proximidade da cidade com áreas de proliferação da espécie (raso da Catarina) (OLIVEIRA, 2019).

O aplicativo, em sua tela inicial, como observado na figura 2.12, possui seis botões e o mascote: o primeiro botão dá as características do projeto em que o jogo está inserido; pelo segundo é realizado o *login* via *Facebook*; no terceiro, o *login* é pela conta da Google; através do quarto, *login* utilizando *email* e senha; o quinto é utilizado para sair do jogo; e por meio do sexto para efetuar cadastro de *email* e senha



Figura 2.11: Mascote do Jogo: Arara Azul

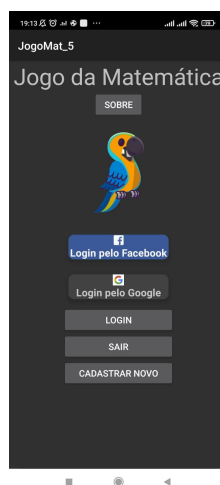


Figura 2.12: Tela inicial do JogoMat

Esta é a versão cinco do protótipo JogoMat e, clicando no botão “sobre o jogo”, como mostrado na figura 2.13, o seguinte texto será notabilizado: *“Este software é parte do projeto de mestrado do aluno Augusto Sávio Lima Carvalho, cujo título é (Serious Games: Gamificação do Ensino da Matemática com o uso da Inteligência Computacional), e tem orientação do Professor Dr. Jes de Jesus Fiais Cerqueira, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. O objetivo desse projeto é fazer*

com que crianças e adolescentes aprendam as operações matemáticas com o uso de um jogo educacional, sendo possível depois ser observada e avaliada as suas pontuações e o seu aprendizado com o ato de jogar, por meio de gráficos que são gerados posteriormente. Dessa forma, pretendemos discutir e avaliar a eficácia de um jogo eletrônico para fins educacionais, fazendo prognóstico do uso contínuo e/ou em larga escala deste software por estudantes.”

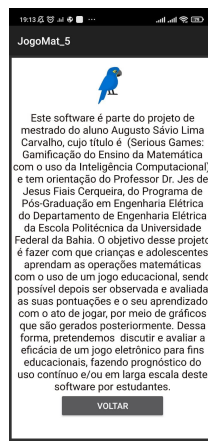


Figura 2.13: Tela sobre o jogo

Ao criar um cadastro, clicando em um dos botões, exceto “sair”, o jogador é direcionado para uma nova tela, identifica a figura ?? onde é cadastrado um novo usuário, e este insere seus dados, para que possa ser identificado, como: nome do estudante, sobrenome, idade, escola, série e cidade.

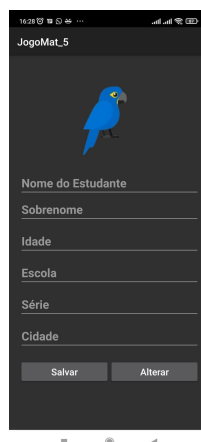


Figura 2.14: Tela de cadastro

Os dados devem ser preenchidos como na figura 2.15 e clicar em seguir.



Figura 2.15: Tela de cadastro preenchida

O aluno responde questões subjetivas das quatro operações matemáticas para verificar seu nível de conhecimento.

Na tela é exibido um temporizador para verificar se o aluno tem evoluído ao longo das rodadas, ou seja, se responde mais rápido. No entanto, essa métrica não teve sucesso, pois para voltar a responder teria que atingir a pontuação máxima e poucos alunos alcançaram tal pontuação, o que não foi suficiente como métrica para comparação de dados.

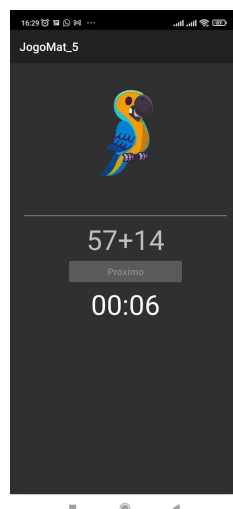


Figura 2.16: Tela da avaliação diagnostico

Após efetuar o *Login*, o usuário é levado para a tela seguinte, onde existe o mascote e mais cinco botões: o primeiro fala sobre as regras do jogo; o segundo é o jogo tocar

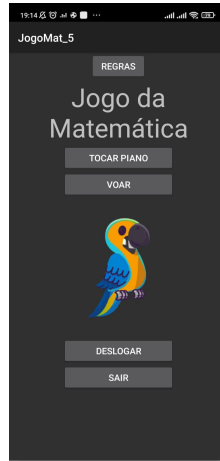


Figura 2.17: Tela de menu do jogo

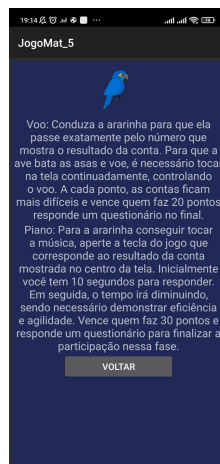


Figura 2.18: Tela regra dos jogos da Ave e do Piano

piano; o terceiro é o botão voar (jogo da Arara); o quarto deslogar, para voltar a tela principal do aplicativo; e o ultimo botão é o sair para deixar o jogo.

Ao clicar no botão denominado regras, uma nova tela será revelada figura 2.17 com todas as regras do dois jogos.

No Jogo da Ave, as regras são: *"Voo: Conduza a ararinha para que ela passe exatamente pelo número que mostra o resultado da conta. Para que a ave bata as asas e voe, é necessário tocar na tela continuamente, controlando o voo. A cada ponto, as contas ficam mais difíceis e vence quem faz 20 pontos responde um questionário no final."* Jogo do Piano: *"Piano: Para a ararinha conseguir tocar a música, aperte a tecla do jogo que corresponde ao resultado da conta mostrada no centro da tela. Inicialmente você tem 10 segundos para responder. Em seguida, o tempo irá diminuindo, sendo necessário demonstrar eficiência e agilidade. Vence quem faz 20 pontos e responde um questionário para finalizar a participação nessa fase."*

mostrar eficiência e agilidade. Vence quem faz 30 pontos e responde um questionário para finalizar a participação nessa fase.”

2.3 O Jogo da Ave

Voltando ao menu do jogo e clicando em “Voar”, entra no Jogo da Ave, que possui uma arara azul que sobrevoa um campo, mostrando uma operação matemática na parte superior do jogo 2.19. Em intervalos síncronos de três segundos aparecem respostas e a ave deverá sobrevoar sobre o número que corresponde ao resultado correto da conta para pontuar e continuar avançando. Ganha quem fizer 20 pontos e responde um questionário avaliativo com 10 perguntas, que é o mesmo da avaliação diagnóstico, gerando novas operações matemáticas, do mesmo nível, que serviria como comparativo com o nível de acertos inicial, mas esta métrica não foi utilizada.

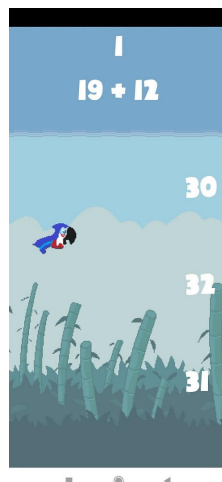


Figura 2.19: Tela Jogo da Arara

Para adequar o nível de dificuldade que se eleva gradativamente, o Jogo da Ave teve a seguinte lógica de programação:

1. Se a pontuação for menor que três será feita uma adição simples de algarismo de 0 a 50, escolhido aleatoriamente;
2. Se a pontuação estiver entre três e seis, uma conta de subtração simples será gerados números de 0 a 49;
3. Caso o jogador consiga passar de seis pontos, há uma conta de adição mais complexa, aparecerão soma de números de 50 a 99;

4. Em seguida, entre 10 e 12 pontos, subtrações mais complexas com números de 50 a 99;
5. Se passar de 12 até 15 pontos, então, multiplicações mais simples com números de 0 a 5;
6. Caso o jogador chegue a 16 pontos, são revelados multiplicações mais complexa com números de 5 a 9, até os 17 pontos;
7. Por fim, após alcançar 20 pontos, divisão, com dividendo com números de 0 a 100 e divisor de 1 a 10.
8. E, não acertando o número, o visor mostra a resposta correta e retorna ao menu do jogo para o usuário brincar novamente, como mostrado no fluxograma abaixo, em função dos pontos.

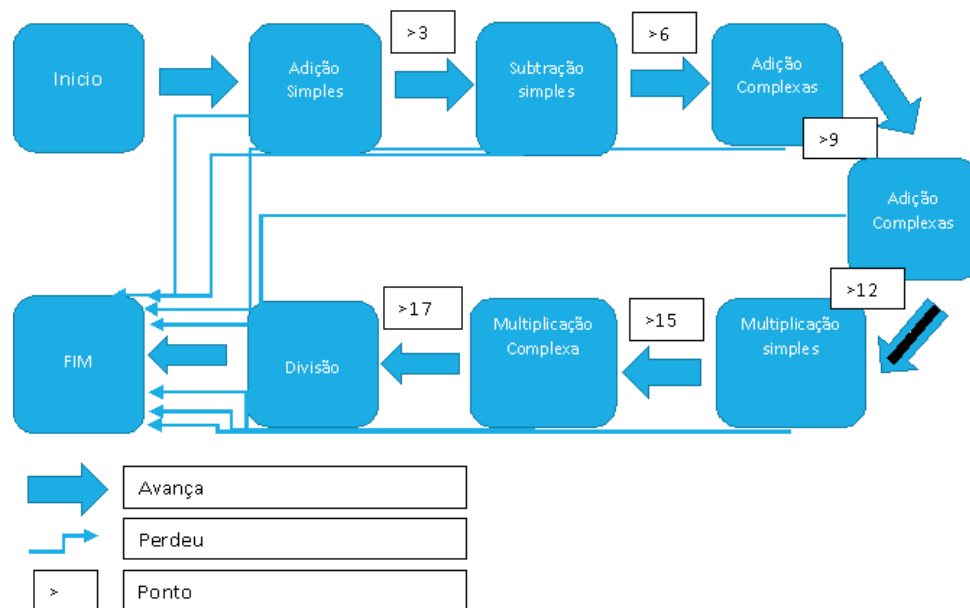


Figura 2.20: Fluxograma da lógica de programação do jogo da Ave.

Na próxima seção, será mostrado como foi implementado o Jogo do Piano e a sua lógica de programação.

2.4 O Jogo do Piano

Voltando ao menu inicial e clicando no Jogo do Piano, entra nesse jogo, que consiste em: uma conta no centro da tela do jogo, evoluindo uma das quatro operações e quatro respostas nas quatro extremidades da tela, como observado na figura 2.21. O jogador deve tocar na resposta correta para pontuar e continuar avançando no jogo a medida que o tempo vai diminuindo e as contas ficando mais complexas para dificultar. Inicialmente o jogador tem 10 segundos para marcar a resposta correta que vai decrescendo até seis segundos no final. Além disso, como animação, a tela muda de cor, sendo todas as contas sorteadas randomicamente.

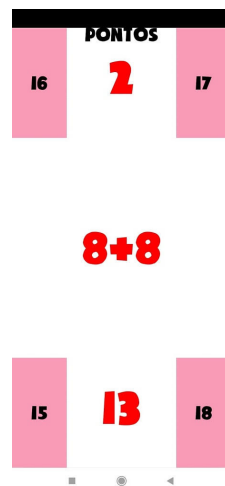


Figura 2.21: Imagem jogo Piano

A lógica de programação do Jogo do Piano seguiu o fluxograma da figura 2.22, sendo explicado as etapas na sequência.

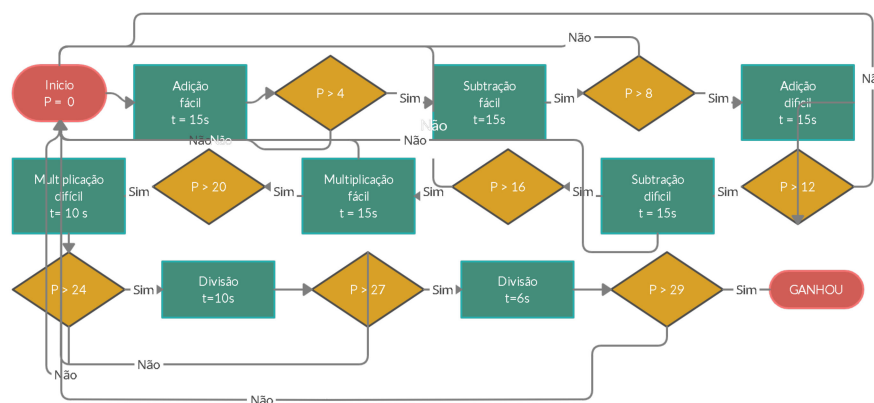


Figura 2.22: Fluxograma da lógica de programação do Jogo do Piano.

O jogo do Piano evolui a cada rodada em função dos pontos, usando como condicional de avanço os pontos adquiridos durante a partida, com a ideia bem parecida com a do Jogo da Ave, no que diz respeito à lógica das operações aritméticas, como será observado no fluxograma da figura 2.22.

Como observado, o Jogo do Piano inicia com zero ponto e até quatro pontos, quando o jogador realiza contas fáceis de adição (0 a 50 cada parcela). Na sequência vai para subtração fácil (0 a 50 tanto no minuendo como no subtraendo). Avançando mais de oito pontos, passa para adição “difícil”, com parcelas de 50 a 99. Ao fazer 12 pontos, vai para subtração “difícil”, onde o minuendo e subtraendo são de 0 a 99. Caso faça 16 pontos, é encaminhado para a subtração “fácil”. Fazendo mais de 15 pontos o tempo passa a ser de 10 segundos e as contas subtrações difíceis com algarismos de 6 a 9 nas contas. Com 24 pontos evolui para conta de divisão, com dividendo de 0 a 100, e divisor de 1 a 9. Sendo a pontuação maior que 27, o tempo passa a ser seis segundos na divisão. Com 30 pontos (pontuação máxima) o jogo é encerrado e o jogador recebe uma mensagem de parabéns e responde a um questionário diagnóstico.

2.5 Protótipos

Para o desenvolvimento do *software*, cada jogo foi feito separadamente e em cada um foram utilizados alguns protótipos. O Jogo do Piano possuiu três protótipos, sendo o primeiro com ajuste de fontes, e o segundo e o terceiro com ajuste dos quadros situados nas quatro extremidades da tela. Já o Jogo da Ave, possuiu cinco protótipos: os dois primeiros relacionados aos ajustes dos números na tela, tanto na operação matemática localizada na região superior da tela, quanto nas respostas que se deslocam lateralmente a uma determinada velocidade; e os três últimos, foram relacionados à velocidade gravitacional da ave (necessidade de acionamentos para fazer a ave se deslocar para o canto superior da tela). Cada etapa foi realizada observando o jogar de uma criança, levando em consideração um nível condizente da velocidade de raciocínio e o clique da resposta.

Por fim, foram criados mais três protótipos, integrando os dois jogos à autenticação para o reconhecimento do usuário: no primeiro havia uma tela inicial com os dois jogos em dois botões; no segundo foi acrescentado o processo de autenticação, por meio do Google, *Facebook*, ou criando um usuário com senha, sendo que a tela inicial do protótipo um,

passou a ser a tela secundária do protótipo dois; e, na versão final, foram acrescentadas cores, imagem da arara azul, botão “sobre” e “regras” do jogo, dado origem a versão aqui mostrada.

2.6 Aplicação do projeto JogoMat na Escolinha Santo Antônio

No primeiro momento, em maio de 2021, foi feito o contato com os professores e com a coordenação da escola, por meio de uma reunião pedagógica em que se falou sobre aplicação de tecnologia na escola.

A ideia do uso de um aplicativo educacional para exercitar as quatro operações matemática foi passada aos professores, à coordenação pedagógica e à direção da escola, duas professoras, uma do quinto ano e outra do quarto ano, se comprometeu a dar apoio para testar este *software* com seus estudantes, porém na reunião ficou acordado que este jogo seria o projeto temático da escola, do quarto e quinto ano no terceiro bimestre.

Em seguida, foi realizada a pesquisa e o levantamento dos requisitos, seguindo a base já concluída do *software*. Porém esta precisava ser adequada à realidade e às necessidades dos estudantes e da escola, sendo necessários ajustes como: cores, sons, mostrar o resultado correto ao estudante (*feedback*).

O início do terceiro bimestre aconteceu em setembro por conta da pandemia, às aulas não iniciaram em fevereiro como de costume em outros anos letivos e sim em abril, já que houve um atraso no ano letivo de 2020 para adequação das escolas ao sistema remoto utilizado durante a pandemia.

Na semana anterior ao início do uso do JogoMat na escola, as professoras do quarto e quinto ano, avisaram aos estudantes, e, aos pais, para que levassem o celular no dia 14 de setembro. Nesta data iniciaria o projeto da escola com o uso de tecnologia com as quatro operações matemáticas.

Neste primeiro momento, foi disponibilizado o jogo em uma nuvem, no *Onedrive*, e os alunos iam baixando e tendo suporte simultâneo à medida que faziam a instalação do aplicativo em seu celular, no mesmo momento a aula era transmitida pela plataforma da escola para os estudantes que estavam em casa tendo acesso remoto, também sanando qualquer dúvidas em relação à instalação.

A foto 2.23 é referente ao primeiro dia de aplicação do JogoMat, na data de 14 de setembro de 2021, para a turma do quarto ano, com dez estudantes.



Figura 2.23: Foto do primeiro dia do JogoMat presencial.

Na ocasião, pela foto 2.23, a turma funcionava de forma híbrida, quando metade da turma comparecia à escola em dias alternados.

Os resultados do JogoMat após os quarenta e cinco dias de aplicação foram bem produtivos e serão abordados e discutidos no próximo capítulo, seguido da conclusão desse projeto

Quinzenalmente o *ranking* era divulgado para os estudantes. Este requisito, foi acordado entre os professores e coordenação para que o jogo não virasse uma disputa desestimulando-os com classificação baixa, ou seja, longe do primeiro lugar. A pontuação e o número de rodadas, tanto no jogo da Ave, como no Jogo do Piano, foi mostrada individualmente, assim como passado individualmente na plataforma educacional da escola, para os estudantes que estavam tendo acesso remoto.

Em toda as semanas era fornecida uma aula para que os estudantes pudessem jogar. Além disto era incentivado que os mesmos jogassem em casa. Foi observado que os estudantes que tinham acesso apenas remoto tiveram uma menor aderência ao jogo, diferente dos estudantes que iam para a escola quando ficou evidente que os mesmos jogaram por mais rodadas.

Este projeto na escola teve um prazo de quarenta e cinco dias e ao término deste

prazo, cada estudante recebeu individualmente uma premiação, baseada na quantidade de rodadas jogada, na média de pontuação, na pontuação total e no seu gráfico de desempenho de rodadas x pontos em comparativo com gráfico da média geral dos estudantes por rodadas x pontuação média.

Os professores receberam as mesmas informações dos estudantes, mas contendo o desempenho de todos esses, ainda acrescido o desvio padrão de cada estudante e *ranking* de: participação (rodadas), pontuação total obtida e pontuação média. Também foi disponibilizado o código fonte no Google *Coleb* para que pudessem verificar outras métricas que serão mostradas e analisadas no capítulo dos resultados, para quaisquer alunos que queiram verificar o seu desempenho individualmente, ou fazer comparativo com outro estudante.

2.7 Métricas utilizadas

Para análise dos dados será utilizada a média aritmética, desvio padrão e variância. Além dessas serão utilizadas outras métricas, como a covariância e a correlação com o objetivo de saber se as variáveis possuem alguma relação dentro do conjunto de dados. Tais métricas serão realizadas em comparativo com a média da rodada, observando o comportamento de cada estudante, onde x_i é o valor de uma variável, ou seja, a pontuação de um determinado estudante na rodada; e y_i é a pontuação da média aritmética dos estudantes na rodada e n o número de registros (ALMEIDA, 2015).

Outras métricas utilizadas serão a covariância (equação 2.1), e a correlação (equação 2.2), com o objetivo de saber se as variáveis possuem alguma relação dentro do conjunto de dados. Tais métricas serão realizadas em comparativo com a média da rodada, observando o comportamento de cada estudante, onde x_i é o valor de uma variável, ou seja, a pontuação de um determinado estudante e y_i , a pontuação de outro estudante.

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N - 1} \quad (2.1)$$

A covariância estará entre 1 e -1, que estabelece a correlação, medindo o quanto as duas variáveis estão relacionadas. O valor estando em -1 indica uma anti correlação perfeita, 1 indica uma correlação perfeita e 0 indica que não existe correlação.

A equação para o cálculo da correlação é a mostrada em 2.2, em que x_i rodada do estudante em questão, y_i é a rodada da média entre as rodadas; x e y' são a média de cada dado analisado.

$$\text{corr}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x')(y_i - y')}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n (x_i - x')^2)(\sum_{i=1}^n (y_i - y')^2)}} \quad (2.2)$$

Outra média calculada, além da média aritmética, será a média aritmética móvel inicial e final de cada jogador, para cinco rodadas antecedentes. Para o cálculo da média móvel será utilizada a função do *Python*, que usa a equação 2.3, em que $\text{XM}(x_i)$ é a média móvel (MACHADO, 2018). Nesse caso das últimas cinco rodadas, w é o número de médias, ou seja, cinco e x_i a primeira média mais a média subsequente (j), somando w (5) vezes.

$$\text{XM}(x_i) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^w x_{i+j} \quad (2.3)$$

Para analisar a dispersão baseada em seus conjuntos de dados será produzido o gráfico Box Plot, como mostrado na figura 2.24, que apresenta cinco valores estatísticos (WILLIAMSON, 1989): o mínimo, o primeiro quartil, a mediana, o terceiro quartil e o máximo. Essas informações dos dados estão distribuídas da seguinte forma nas partes da figura: localização, dispersão, assimetria, comprimento da cauda e *outliers* (medidas discrepantes).

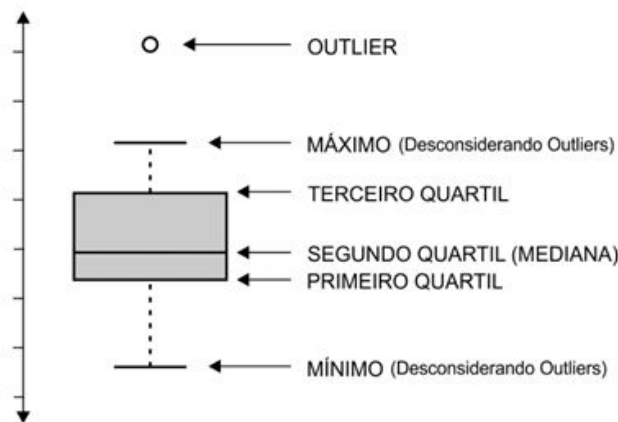


Figura 2.24: Propriedades do Box Plot. Fonte: (GISELY, 2019)

Em seguida, será utilizada a média móvel nas séries temporais (séries de rodadas)

para suavizar flutuações curtas e destacar tendências ao longo das rodadas, analisando o desenvolvimento do jogador.

Por fim, será disposta a equação da regressão linear (equação 2.4), na média móvel, em que y_i é a variável dependente que o modelo tentará prever, b é uma constante, que representa a interceptação da reta com o eixo vertical, a representa a inclinação (coeficiente angular) em relação à variável independente, x_i é a (independente) e ε_i representa os fatores residuais mais os possíveis erros de medição (ALMEIDA, 2015).

$$y_i = a.x_i + b + \varepsilon_i \quad (2.4)$$

A regressão linear será utilizada para que se possa obter a reta através da média móvel e prolongá-la no intuito de obter uma estimativa de como seria o comportamento médio dos estudantes analisados, ao longo das rodadas futuras. Em seguida, serão feitas análises dessas progressões, observando se o uso dos jogos envolvendo operações matemáticas é favorável para os estudantes durante as rodadas.

2.8 Resumo do capítulo

Neste capítulo de metodologia foram analisados os métodos de engenharia de *software*, sendo utilizado o método espiral, seguido das coletas de dados para a engenharia de requisitos, fazendo um levantamento dos dados coletados com os questionários para os membros da Unidade Escolar. Além disso, foram analisados os aspectos éticos de pesquisas envolvendo pessoas.

Na sequência, foi mostrado o funcionamento do jogo educacional JogoMat, destacando a *interface* tanto da janela principal quanto na janela secundária, as suas características, apresentando os fluxogramas do Jogo do Piano e do Jogo da Ave e, também, como jogar cada um desses jogos.

Na etapa final deste capítulo foi apresentada a aplicação desses jogos em sala de aula, na Escolinha Santo Antônio, em Euclides da Cunha, no interior da Bahia, Brasil, e, as métricas que serão utilizadas para análise dos dados obtidos no JogoMat.

Na próxima etapa, serão mostrados os resultados desses jogos, utilizando as ferramentas estatísticas mostrada neste capítulo para análises desses resultados.

Capítulo 3

Discussão e Resultados

Os dados que serão analisados neste estudo foram obtidos nas rodadas e pontuações conquistadas pelos 41 estudantes que são os jogadores do JogMat. A atividade do aplicativo com dois jogos (Piano e Ave) foi inserida no planejamento do 3º Bimestre de 2021 da Escolinha Santo Antônio, no município de Euclides da Cunha, Bahia, Brasil, como projeto bimestral da escola. A cada rodada feita, o aplicativo registrava a pontuação e a rodada dos estudantes na nuvem Google (*Realtime Database* do *firebase*). Além disso, foi registrada a nota da avaliação inicial de cada estudante e, cada vez que o estudante conseguia mais de 80% da pontuação máxima, era realizada uma nova prova diagnóstico no próprio jogo, que é uma avaliação com 10 questões, em que o jogador digita a resposta da operação mostrada. Tal avaliação acontece no próprio jogo, e analisa os avanços obtidos pelo estudante, mas essa métrica não foi utilizada porque poucos estudantes alcançaram esse índice.

3.1 Jogo do Piano

O Jogo do Piano consiste basicamente em um jogo de questões de múltipla escolha (4 itens) com um tempo para serem respondidas, diminuindo o tempo à medida que o jogador avança nas questões, ou seja, nada mais é do que uma atividade de múltipla escolha, lúdica e com um temporizador para pensar e responder no formato de um piano.

O Jogo do Piano teve adesão de 41 participantes nas turmas do quarto e quinto ano. Para análise dos dados foram utilizados 19 resultados de estudantes e levados em consideração os que jogaram este jogo pelo menos 60 vezes, ou seja, que jogaram 60

partidas.

Na Tabela 3.1 foram usadas as seguintes abreviações: MA é a Média Aritmética; Va é a Variância; DP, Desvio Padrão; CV, Coeficiente de Variação; Cov é a Covariância em relação à rodadas; Corr é a Correlação em relação à rodada; MMI(5) é a Média Móvel Inicial das 5 primeiras rodadas; e por ultimo, MMF(5) que é a Média Móvel Final das 5 ultimas rodadas.

Tabela 3.1: Tabela das métricas estatísticas do Jogo do Piano.

Jogador	MA	Va	DP	CV	Cov	Corr	MMI(5)	MMF(5)
A1	6,38	23,35	4,82	0,75	26,16	0,31	1,6	9,8
A2	4,80	8,61	2,93	0,61	15,22	0,43	1,4	5,8
A3	5,10	22,12	4,66	0,91	7,57	0,09	3,6	7,4
A4	9,06	51,02	7,08	0,78	18,71	0,15	2,4	10,6
A5	6,15	19,97	4,46	0,72	-15,69	-0,30	9,2	3,6
A6	2,65	2,94	1,71	0,64	6,39	0,21	2,0	4,8
A7	5,98	34,64	5,88	0,98	-1,50	-0,01	5,0	11,4
A8	9,05	51,02	7,08	0,78	18,21	0,14	2,4	10,4
A9	4,36	34,90	5,86	1,34	3,11	0,03	3,2	3,4
A10	7,61	59,60	7,72	1,01	27,04	-0,28	5,2	3,6
A11	4,69	11,28	3,35	0,71	0,68	0,01	3,0	6,8
A12	4,88	9,476	3,06	0,62	-3,94	-0,07	7,2	5,0
A13	5,80	28,76	5,36	0,92	-9,30	-0,19	6,6	4,8
A14	4,30	17,11	4,13	0,96	6,84	0,18	3,2	3,2
A14	4,30	17,11	4,13	0,96	6,84	0,18	3,2	3,2
A14	4,30	17,11	4,13	0,96	6,84	0,18	3,2	3,2
A15	13,38	9,92	9,86	0,73	14,99	0,08	10,8	18,2
A16	4,41	6,24	2,47	0,56	18,63	0,43	3,8	7,4
A17	5,12	15,27	3,90	0,76	8,39	0,15	2,4	6,0
A18	5,21	32,96	5,71	1,09	13,58	0,13	2,6	3,0
A19	3,33	5,10	2,26	0,68	10,08	0,25	1,8	5,6
Média	6,10	2,35	1,52	0,25	9,15	0,34	4,2	7,0

Na Tabela 3.1, constam os dados e também uma coluna com a média de cada

acerto por rodada para servir como referência de comparação com os valores que serão analisados, totalizando 20 colunas nos dados do piano. Foram descartados os valores a partir da 61^a rodada.

Neste estudo foi observada a covariância, indicando o nível em que ocorre a variação junto com a rodada, mostrando a dispersão, que é o quão distante o valor da pontuação do jogador está do valor médio. Em todas as métricas, será observado o comportamento dos 19 estudantes nas 60 rodadas.

Na Tabela 3.1 foi mostrado como parâmetro de análise, nos itens abaixo do Jogo do Piano, sendo, em seguida, comparados com o Jogo da Ave, para determinar a análise de desempenho dos estudantes e, também, verificar se tal ferramenta pode ser aplicada na educação para observar comportamentos de estudantes, analisando supostas evoluções ou déficits no aprendizado.

O Jogo do Piano foi o mais utilizado entre os estudantes.

Para o estudo dessa ferramenta como elemento educacional será feita uma análise das pontuações dos estudantes, que são baseadas nos acertos das operações em cada rodada.

3.1.1 Média

Observando a média aritmética das pontuações no jogo do Piano, conforme exposto na tabela 3.1, a média de pontuação dos estudantes está abaixo do valor central do jogo (15 pontos), já que a pontuação máxima do Jogo do Piano são 30 pontos. Observa-se que o estudante A6 chegou à média aritmética geral mais baixa com 2,67 pontos por rodada, enquanto o estudante A15 obteve a média aritmética geral mais alta, com 13,20 pontos por rodada.

A figura 3.1 mostrou o comportamento de ambos os estudantes (A6 e A15) e a média aritmética global, ou seja, de todos os estudantes por rodada.

Esses dois estudantes servirão como parâmetro de estudo devida a divergência de pontuação em relação à média aritmética global que foi 6,10 pontos por rodada.

Verificou-se que o estudante A15 quase sempre conquistou pontuação superior à média aritmética global dos estudantes na maioria das rodadas contabilizadas, o que levou ao entendimento que o estudante possui habilidades de realizar operações aritméticas, em um tempo menor que 10 segundos, para prosseguir no jogo. Por 15 vezes (1/4 das rodadas

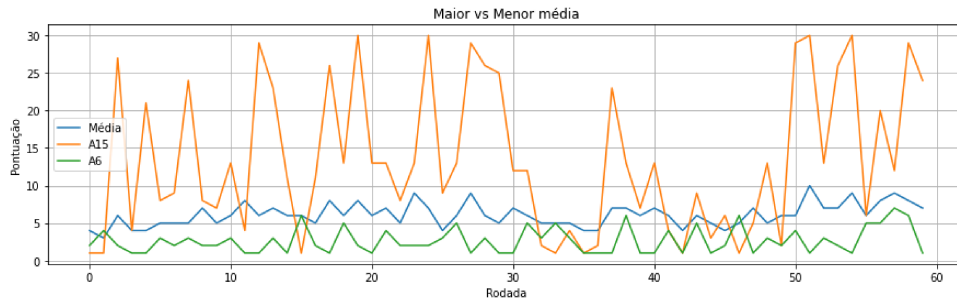


Figura 3.1: Comportamento da média, da menor média e da maior média dos estudantes.

disputadas) conseguiu pontuações altas acima dos 70% (21 pontos).

Já o jogador A6 durante todas as rodadas se manteve abaixo da média, mostrando um desempenho não satisfatório no que diz respeito aos cálculos de operações básicas, não possuindo habilidades necessárias para evoluir durante a partida. Apenas nas rodadas 55 a 59, o jogador A6 chegou a pontuações maiores que 10 pontos.

O comportamento desses jogadores (pontuação x rodada) mostrou que cada estudante no ato de jogar tem características bem particulares, seja pelo seu conhecimento das operações aritméticas, pela vontade de jogar ou pelo tempo para raciocinar dedicado a cada questão, entre outras situações necessárias para realizar as jogadas e obter os resultados satisfatórios.

3.1.2 Histograma e Estimativa da Densidade por Kernell

Na figura 3.2 foi analisado o histograma de concentração das pontuações dos 19 jogadores e, em seguida, a estimativa de densidade Kernel com os dados em percentual, em relação às rodadas dos 19 estudantes no Jogo do Piano.

O histograma (gráfico de barras verticais) referiu-se à quantidade de rodadas em que cada pontuação se concentrou, sendo definidos 30 intervalos, que é a pontuação máxima atingida no Jogo do Piano. Notoriamente a pontuação que mais se repetiu, nas rodadas (a moda), foi 1 ponto que é o pico da curva das estimativas de densidade Kernel, seguida de 5 e 2 pontos, com as aproximadas 200, 130 e 120 rodadas, respectivamente, como observado no histograma.

A estimativa da densidade por Kernel, figura 3.3, foi utilizada para a suavização dos dados dos 19 jogadores do Jogo do Piano mostrada no histograma, exibindo a concentração das rodadas nas pontuações de 1 a 30

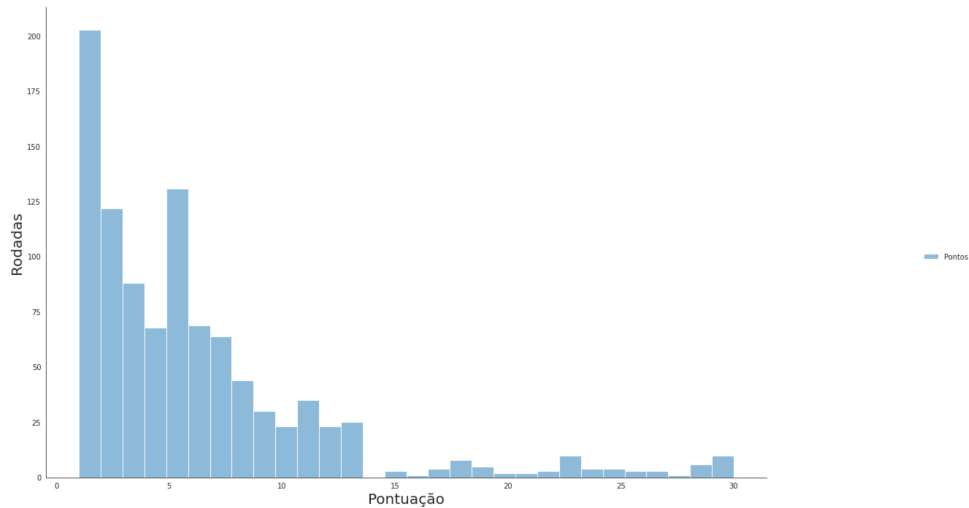


Figura 3.2: Histograma das pontuações no Jogo do 'Piano'.

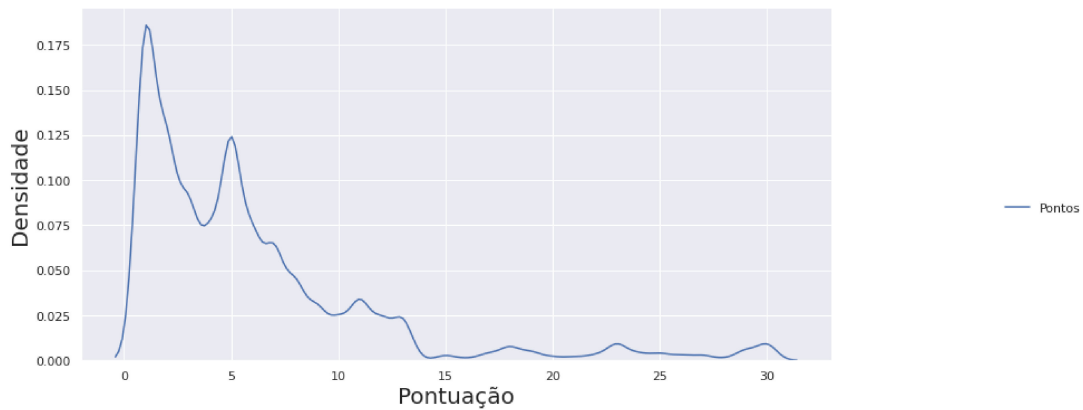


Figura 3.3: Estimativas da Densidade Kernel das pontuações no Jogo do Piano.

A curva de estimativa de densidade por Kernel, KDE (*Kernel Density Estimation*), é uma forma não paramétrica para estimar a Função Densidade de Probabilidade (PDF) da variável pontuação no Jogo do Piano, estimando a probabilidade de cada intervalo de medição (PETERNELLI, 2015) e mostrando em quantas rodadas uma determinada pontuação no Jogo do Piano se repete. Observa-se ainda que, a maioria das pontuações se concentrou em torno das pontuações baixas, ou seja, entre 1 e 13 pontos abaixo da pontuação central do jogo que é 15 pontos, sendo 30 pontos o máximo possível. Observando a pontuação, o valor 1 se repetiu em uma densidade de 0,190, ou seja, em 19% das rodadas deste jogo.

3.1.3 Dispersão dos pontos ao longo das rodadas

A variância é uma medida de dispersão estatística que indica o quão longe os seus valores se encontram da mediana. Observando a Tabela 3.1, verificou-se que os valores do coeficiente de variação são bastante altos, haja vista a oscilação da pontuação de cada jogador a cada rodada, mostrando assim que existe uma dispersão elevada entre as pontuações, como também foi possível observar no gráfico de dispersão seguinte dos jogadores com a maior (A15) e a menor (A6) média.

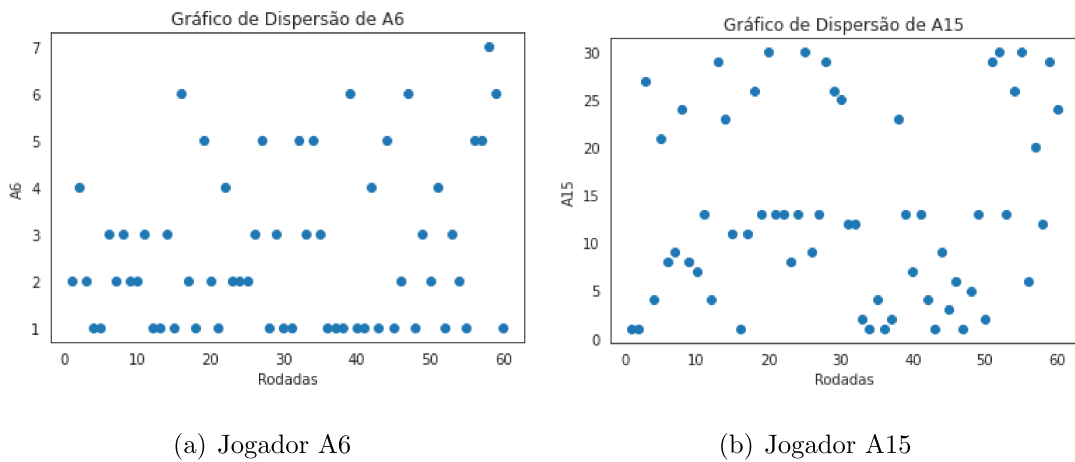


Figura 3.4: Gráfico de dispersão.

Tanto o jogador de maior média (A15) quanto o de menor média (A6) não possuíram uma concentração de pontuação no Jogo do Piano, porém o jogador A15 possuiu pontuações distribuídas entre 1 e 30 pontos, o que mostrou a maior variância em seus dados. Já o jogador A6 possuiu dispersão da pontuação entre valores de 1 e 7 pontos.

Esta dispersão já era esperada, haja vista, que além de fatores como o conhecimento em operações aritméticas necessário, outros fatores e habilidades são fundamentais para o comportamento do estudante, tais como, concentração e estado emocional, além de fatores externos como visibilidade da tela, barulho, local em que se encontra o jogador para desenvolver um bom desempenho, entre outros.

O gráfico *Box Plot* da pontuação do Jogo do Piano, representado na figura 3.5, mostrou o comportamento de todos os 19 estudantes que participaram do estudo e a média, que foi representada pela média aritmética em cada rodada, ou seja, foi calculada a média de pontos entre todos os 19 jogadores da rodada 1, em seguida, da rodada 2 até a rodada 60.

Ao observar os retângulos horizontais do *Box Plot* na figura 3.5, percebeu-se uma amplitude alta com bastante variação nos dados de pontuação no Jogo do Piano. O retângulo contém pelo menos 50% dos valores do conjunto de dados e, em alguns dos estudantes analisados, esses valores são bastante variáveis.

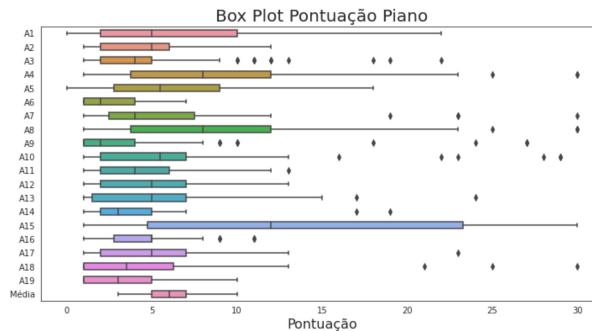


Figura 3.5: *Box Plot* da pontuação dos estudantes do Jogo do Piano.

A posição da linha mediana no retângulo revelou a assimetria da distribuição. Os *outliers* no *box plot* mostraram pontos dispersos fora da linha da pontuação, ou seja, com variações altas.

Como já analisado, o estudante A15, que possuiu a maior média, gerou uma dispersão muito alta como observado na figura 3.5; já diferente do estudante A6 que gerou uma dispersão mais baixa em relação aos outros.

Em suma, jogadores que possuem o conhecimento básico para desenvolver a habilidade necessária para superar as etapas do jogo (as operações aritméticas da matemática) também dependem de outros fatores, como já mencionado anteriormente, para obter uma média aritmética de pontuação alta. Ou seja, o simples fato de “ter uma habilidade primordial” para este jogo não garante uma constância em seu desempenho nem o sucesso em toda a sua jornada.

3.1.4 Covariância e correlação

A covariância mede a relação linear entre duas variáveis e não existe padronização de seus valores entre as pontuações e as rodadas dentro de uma margem ou intervalo; o que existe, na verdade, é uma forte dispersão em torno da média, como foi observado na Tabela 3.1. Já os coeficientes de correlação são padronizados.

Um relacionamento linear perfeito resulta em um coeficiente de correlação 1, caso este valor seja o 0; e não existe correlação se o valor for próximo de -1, o que significa que

o valor é altamente descorrelacionado.

Para analisar a correlação do Jogo do Piano, preparou-se a figura 3.6.

Correlação dos jogadores em relação às rodadas

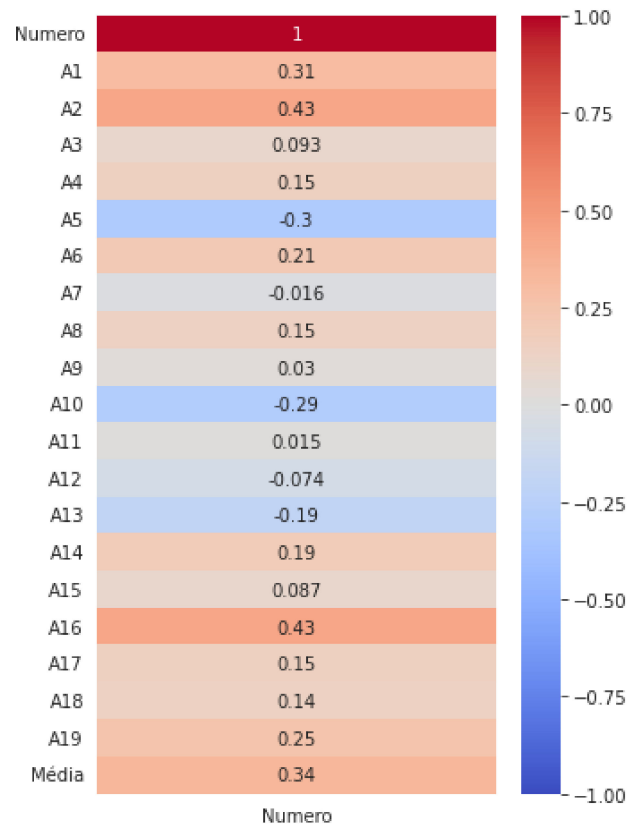


Figura 3.6: Correlação entre rodadas e pontuação no jogo realizado pelos estudantes.

Observa-se, então, que as correlações em relação à rodada em sua maioria são positivas, porém com um valor baixo. Como a rodada foi crescente ao longo do tempo, existir uma correlação positiva significa que os estudantes tiveram pontuações maiores ao longo do tempo, a exemplo do que é observado na figura 3.6, mostra que a quantidade de vezes que um jogador joga não é efetivamente um fator determinante para a melhoria da pontuação, ou seja, não se pôde garantir que o ato de jogar vai melhorar o desempenho de todos os jogadores, já que existem correlações negativas. No entanto, notou-se que o ato de jogar (rodadas) possuiu uma correlação, mesmo que baixa, em alguns dos jogadores, com o aumento da pontuação.

3.1.5 Média Móvel

Observando a média inicial e a média final dos jogadores foi possível notar que a maioria deles obteve uma evolução. Para uma melhor análise segue o gráfico do jogador na figura 3.7, de maior média (A15) e do jogador de menor média (A6).

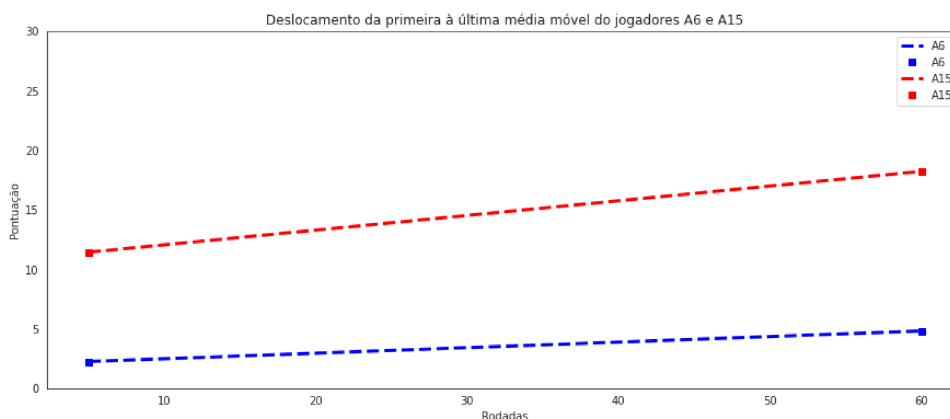


Figura 3.7: Deslocamento da primeira à última média móvel dos jogadores A6 e A15.

Observou-se que os jogadores obtiveram resultado positivo quando analisadas suas médias móveis. O jogador A15, de maior média aritmética, obteve uma inclinação maior, ou seja, um aproveitamento maior do jogo, em relação ao jogador de menor média, o A6.

Na figura 3.8, a média móvel aritmética do jogador A6 mostrou um comportamento pouco oscilante, logo, não foi possível destacar uma crescente desse jogador ao longo das rodadas. O jogador A15 possuiu uma média móvel aritmética bastante oscilante, observando uma queda entre as rodas 37 e 52, com um crescente nas últimas rodadas.

Analisando a figura 3.8, a média não foi estacionária, pois sabe-se que a média aritmética e a variância não foram constantes ao longo das rodadas e vale ressaltar que a média aritmética móvel foi de cinco pontos, logo não possuiu esta média nas quatro primeiras rodadas.

Na próxima subseção será realizado o ajuste linear (regressão linear) na média móvel dos dois jogadores, verificando o comportamento, e fazendo o estudo dos coeficientes desta reta (linear e angular) para análise de desempenho dos estudantes.

3.1.6 Ajuste Linear

Para análise dos dados foi realizada a regressão linear da média móvel dos dois estudantes (A6 e A15), na variável rodada no eixo x, e na pontuação no eixo y. Segundo a

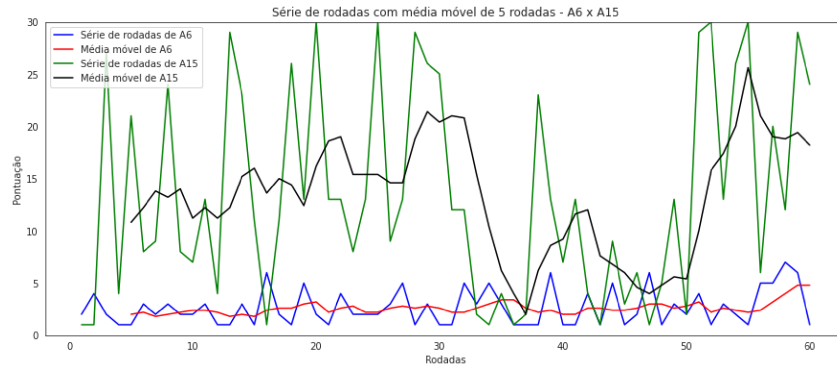


Figura 3.8: Série com média móvel de cinco rodadas dos jogadores A6 e A15.

documentação do Seaborn (SEABORN, 2021), a linha de regressão resultante representou um intervalo de confiança de 95% nesta regressão aplicada.

Na figura 3.9, foi mostrado a média móvel e a reta de regressão linear dos jogadores A6 e A15, lembrando que a média móvel foi referente às cinco últimas rodadas, não possuindo valor nas quatro primeiras rodadas.

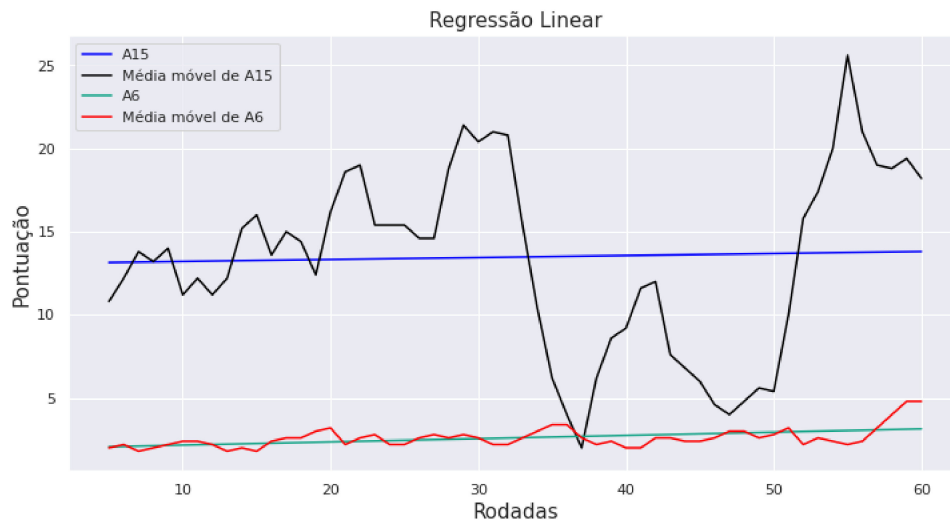


Figura 3.9: Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores A6 e A15.

Na figura 3.9 observou-se que o jogador A15 teve uma queda na média móvel da rodada 32 em comparação à rodada 36, voltando o gráfico da média móvel do A15 a crescer na rodada 37, e atingindo seu maior pico na proximidade da rodada 55. O coeficiente angular do jogador A6 foi 0,0195 e a intersecção com o eixo y foi em 1,9697 (coeficiente linear). Já o jogador A6 possuiu a inclinação da reta (coeficiente angular) com 0,0119 e interceptou o eixo y em 13,0869 (coeficiente linear). Esses dados foram utilizados para gerar a reta de previsão futura baseada na reta de regressão linear.

Para uma melhor análise foi elaborado um novo gráfico, exibido na figura 3.10, que se referiu à média móvel de A15. Este foi dividido em duas partes: uma para o gráfico da média móvel da rodada 5 a 32 e outra para a média móvel da rodada 37 a 60.



Figura 3.10: Reta de regressão linear da média móvel do jogador A15 dividido em duas retas crescentes.

Observou-se nos dois gráficos que as retas foram crescentes. A reta azul, das rodadas 5 a 32, possuiu os seguintes coeficientes: angular de 0,2808 e o linear de 9,9872; já a reta verde, possui coeficiente angular de 0,7948 e o coeficiente linear de -26,4438. Este último valor foi negativo, haja vista que, como a reta se originou na rodada 37, a sua extensão de reta até a origem do eixo das abcissas (x), ponto zero, tornou o valor da pontuação negativa.

Logo, por conta da alta inclinação da reta verde das rodadas 37 a 60, que não traduz o desempenho dos estudantes até o momento da rodada 32 e por existir o coeficiente linear negativo, foi utilizada como referência a reta azul, da rodada 4 a 32, pois mostrou de forma mais coerente o desempenho do jogador ao longo das rodadas.

Como o estudante de menor média (A6) obteve um coeficiente angular menor que o de maior média (A15) na regressão linear, conforme observado graficamente nas figuras 8 e 9, foi escolhido mais um estudante dentre os 19 da Tabela 1: com maior coeficiente de correlação, que serviu como referencial comparativo com os outros dois jogadores, verificando como se comporta a regressão linear dos três estudantes.

Como dois jogadores possuem o coeficiente de correlação iguais, o A2 e o A16, foi escolhido o que possuiu a menor média aritmética de pontos, o A16, com 4,41 pon-

tos/rodada. A projeção dos pontos durante as rodadas dos três jogadores foi analisada a fim de observar como foi o comportamento desses estudantes ao longo das rodadas e com quantas rodadas eles poderiam chegar à pontuação máxima, com base na reta regressão linear.

Na figura 3.11 ficou evidenciado o comportamento da média móvel do estudante A16 e a reta de regressão linear.



Figura 3.11: Reta de regressão Linear para 60 rodadas.

Na figura 3.11 observou-se que o jogador A16, mesmo possuindo uma pontuação mais baixa que o jogador A15, conseguiu uma evolução crescente. O coeficiente de inclinação (coeficiente angular) do jogador A16 que foi utilizado como comparativo nesta análise foi de 0,0665, sendo o maior dos três jogadores e o coeficiente linear, em que a reta corta o eixo das pontuações de A6 foi de 2,1342.

Na próxima subseção será observado o comportamento destas retas de regressão linear, evidenciando com quantas rodadas estes jogadores conseguiram chegar ao topo do eixo de pontuações (30 pontos), utilizando previsão futura com regressão linear.

3.1.7 Previsão futura com uso da Regressão Linear

Para uma análise estatística do JogoMat foi aplicada uma projeção do gráfico de regressão linear obtido na sessão anterior, a fim de observar com quantas rodadas os jogadores atingiriam a pontuação máxima do Jogo do Piano, que é de, 30 pontos.

A função das retas de regressão linear, aproximando os coeficientes (Linear e angular) foram: a função do jogador A16 é $f(x_{16}) = 0,06652x_{16} + 2,1342$, a função de A15 é $f(x_{15}) = 0,2808x_{15} + 9,9872$ e A6, $f(x_6) = 0,01950x_6 + 1,9697$. Essas retas de regressão foram traçadas na figura 3.12.

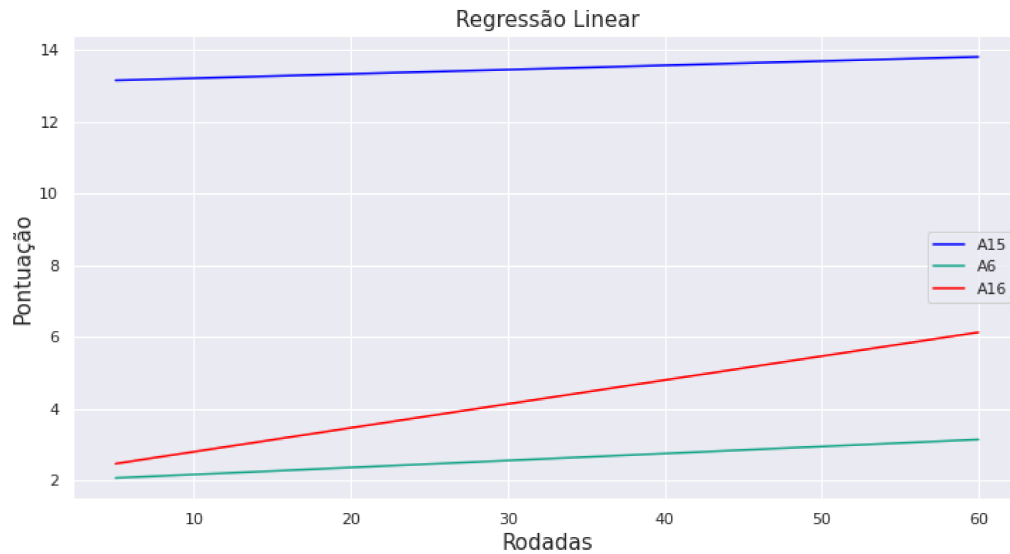


Figura 3.12: Reta de regressão linear para 60 rodadas dos jogadores A6, A15 e A16.

Observou-se que a reta do A15 possuiu uma maior inclinação, assim como esperado por se tratar de um maior coeficiente angular, seguido por A16 e acompanhado por A6. Ao atingir 60 rodadas, utilizando a regressão da média móvel, o jogador A15 fez 26 pontos ($f(60)=26,84$), o jogador A16 fez 6 pontos (6,12) e o jogador A6 atingiu a pontuação de 3 pontos (3,14).

Na tentativa de observar o comportamento desses jogadores ao longo das rodadas, foi utilizada a progressão da reta de regressão linear para analisar o desempenho após 500 rodadas, mostrado na figura 3.13, lembrando que as retas de regressão linear foram adquiridas a partir da média móvel dos jogadores nas últimas cinco rodadas.

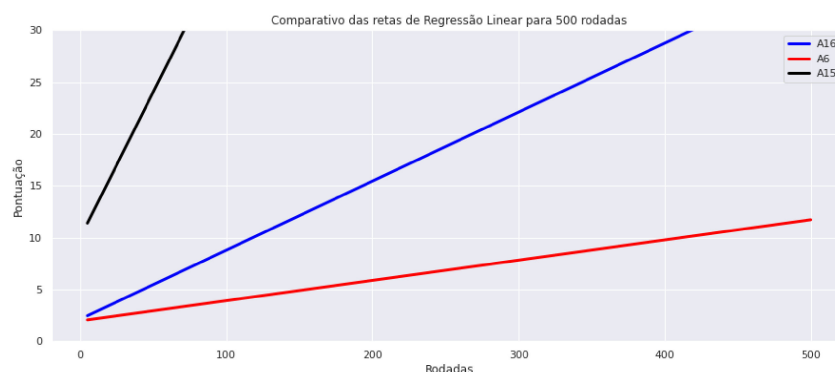


Figura 3.13: Reta de regressão linear para 1000 rodadas dos jogadores A6, A15 e A16.

Observando a figura 3.13, percebeu-se que o jogador A15 chega aos 30 pontos com 72 rodadas ($f(x_{15})=30$, $x_{15} = 71,24$). Na reta de regressão linear do jogador A16,

observou-se que ele atingiu os 30 pontos na rodada 418. Já o estudante A6 não atingiu a pontuação máxima do jogo.

Para uma melhor análise foi feita uma projeção no intuito de que o jogador A16 pudesse atingir a pontuação máxima do jogo, 30 pontos, aumentando o número de rodadas para 1500, figura 3.14, além de ser observada a progressão da reta de regressão linear do jogador A6.

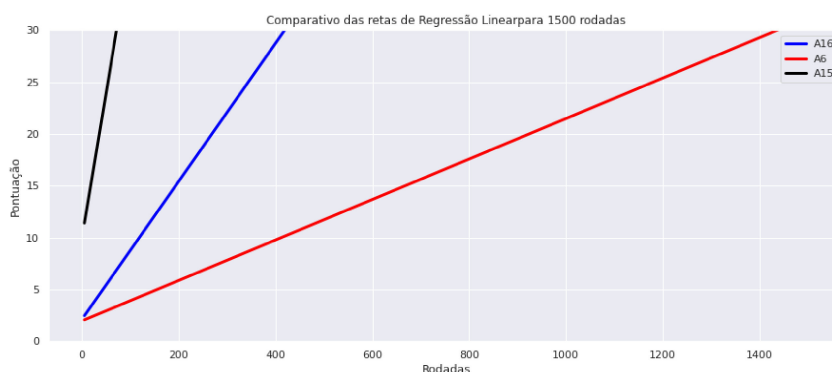


Figura 3.14: Reta de regressão linear para 1500 rodadas dos jogadores A6, A15 e A16.

Na figura 3.14 foi possível observar que o estudante de menor média aritmética, o A_6 , conseguiu ter uma média móvel das últimas 5 rodadas, de 30 pontos, na rodada 1438 ($f(x_6) = 30$, $x_6 = 1437,37$).

Na subseção seguinte será realizada a mesma análise para o Jogo da Ave, observando o comportamento da reta de regressão linear da média móvel do jogo.

3.2 Jogo da Ave

O Jogo da Ave tem o mesmo princípio do Jogo do Piano, cálculo de operações matemática, porém para prosseguir, o estudante além de fazer cálculos mentais, precisou manejar a ave, coordenando seus movimentos e fazendo com que ela voasse e passasse por cima do número correspondente ao resultado da operação sugerida. Logo, além de habilidades em operar contas básicas de matemática, foi necessário que o jogador manipulasse a ave e desenvolvesse outras habilidades ligadas à jogabilidade nesse *game*. Sendo assim, esse jogo pôde ser classificado como de mais difícil interação que o Jogo do Piano, por não necessitar apenas de conceitos matemáticos para a execução das tarefas no ato de jogar.

No Jogo da Ave participaram também 41 estudantes, restando, apenas, com valores consideráveis para análise, 10 estudantes que jogaram no mínimo 40 vezes, como mostrado

na tabela 3.2. No entanto, a média de todos os jogadores serviu como referência para os valores da pontuação para saber se um determinado jogador esteve acima ou abaixo da média. Além disso, foi avaliado o desempenho dos jogadores apenas nas 40 primeiras rodadas. Os valores de pontuação acima da rodada 40 foram descartados.

Na Tabela 3.2 foram usadas as seguintes abreviações: MA é a Média Aritmética; Va é a Variância; DP Desvio Padrão; CV Coeficiente de Variação; Cov é a Covariância em relação à rodadas; Corr é a Correlação em relação à rodada; MMI(5) é a Média Móvel Inicial das 5 primeiras rodadas; e por ultimo, MMF(5) que é a Média Móvel Final das 5 últimas rodadas.

Tabela 3.2: Tabela das métricas estatísticas do Jogo da Ave.

Jogador	MA	Va	DP	CV	Cov	Corr	MMI(5)	MMF(5)
B1	1,95	1,43	1,19	0,59	4,74	0,33	1,0	2,4
B2	3,00	5,38	2,32	0,84	10,41	0,38	1,0	4,2
B3	3,55	7,33	2,70	0,89	3,12	0,09	2,0	1,2
B4	2,77	3,40	1,84	0,76	5,50	0,25	2,2	3,8
B5	6,12	25,03	5,00	0,66	22,62	0,38	4,8	11,4
B6	3,32	4,12	2,03	0,81	6,83	0,28	2,8	4,4
B7	2,05	3,38	1,83	0,62	5,76	0,26	1,6	2,8
B8	3,12	5,80	2,40	0,88	6,88	0,24	2,4	5,0
B9	3,67	4,12	2,03	0,76	2,47	0,10	3,8	4,8
B10	1,75	1,06	1,03	0,57	2,61	0,21	1,2	2,4
Média	3,17	1,43	1,19	0,38	7,70	0,55	2,2	4,4

Na Tabela 3.2, observou-se que com a pontuação menor neste jogo, as métricas da média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação no Jogo da Ave também foram menores em relação ao Jogo do Piano, porém evidenciou-se que existiu uma correlação com os valores de mais alto que o outro jogo, quando observada a crescente de pontuação em relação à rodada. Além desses valores foi observada uma crescente na média móvel, quando analisada a média móvel final e a média móvel inicial, em nove jogadores dos 10 analisados.

A seguir, cada tópico será explicado, levando em consideração, para a comparação de desempenho, o jogador com maior média e o jogador com a menor média.

3.2.1 Média

Inicialmente ressaltamos que o Jogo da Ave é de mais difícil jogabilidade, pois o jogador necessitava de habilidades para manusear o personagem, além de saber resolver as operações aritméticas, para conseguir efetuar todas as etapas. Vale ressaltar, também, que a pontuação máxima do Jogo da Ave é 20 pontos e que no jogo do Piano eram 30 pontos.

A média geral dos jogadores foi de 3,17 pontos, que foi encontrada somando-se todos os pontos e dividindo pelo total de rodadas jogadas, sendo esta mais baixa que a do Jogo do Piano que foi 6,10 pontos. O estudante com maior média foi o B5 com 6,12 pontos/rodada e a menor média foi do jogador B10 com 1,75.

Para análise foi observado o comportamento dos estudantes em relação à média, traçando o gráfico da figura 3.15. A média foi calculada por rodada, ou seja, somando-se a pontuação de uma rodada e dividindo pelos 10 participantes.

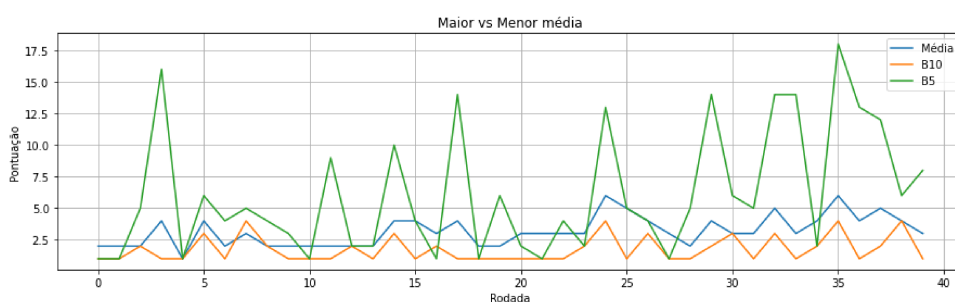


Figura 3.15: Comportamento da menor média e da maior média dos estudantes.

O estudante B10, na figura 3.15, encontrou dificuldades no Jogo da Ave. Seu desempenho ao longo do gráfico mostrou um comportamento abaixo da média geral, já que este jogo necessitava de habilidades extras além das operações matemáticas sugeridas no jogo, o que pode ter sido determinante para o baixo desempenho desse jogador.

Por outro lado, observou-se que o estudante B5 teve rajadas de pontuações altas alternadas com pontuações em torno de 1 e 2 pontos, o que leva a crer que o mesmo possuía entendimento matemático para avançar no jogo, mas a pouca habilidade para conduzir o pássaro, entre outros fatores, o levou à derrota em algumas rodadas.

3.2.2 Histograma e Estimativa da Densidade por Kernel

Na figura 3.16, foi elaborada uma curva de distribuição normal padrão das pontuações dos 10 jogadores nas suas 40 rodadas com o histograma das pontuações do Jogo da Ave.

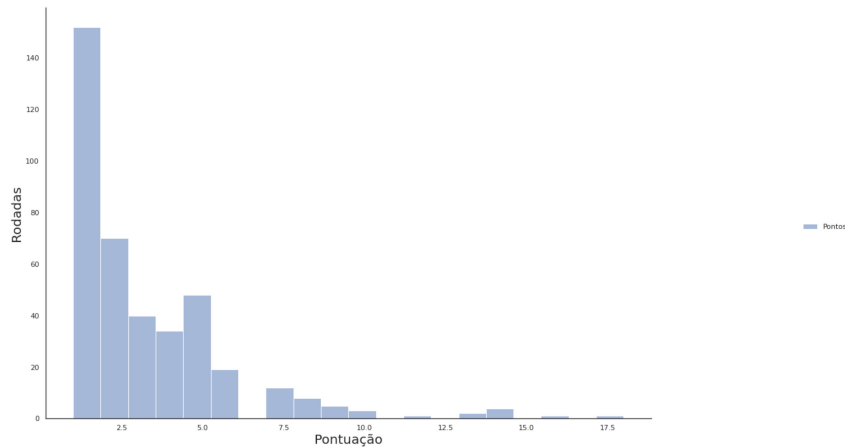


Figura 3.16: Histograma do Jogo da Ave. Rodada por pontuação

Observou-se no histograma da figura 3.16 que a maior concentração de pontos foi em 1 ponto com aproximação de 150 rodadas, seguida de 2 pontos e 5 pontos, ou seja, nas pontuações menores do jogo.

Para uma melhor análise foi traçada na figura 3.17 a curva de estimativa de densidade por Kernel para suavizar os dados do histograma dos 10 jogadores do Jogo da Ave, mostrando a concentração das rodadas nas pontuações de 1 a 20 para os 10 jogadores.

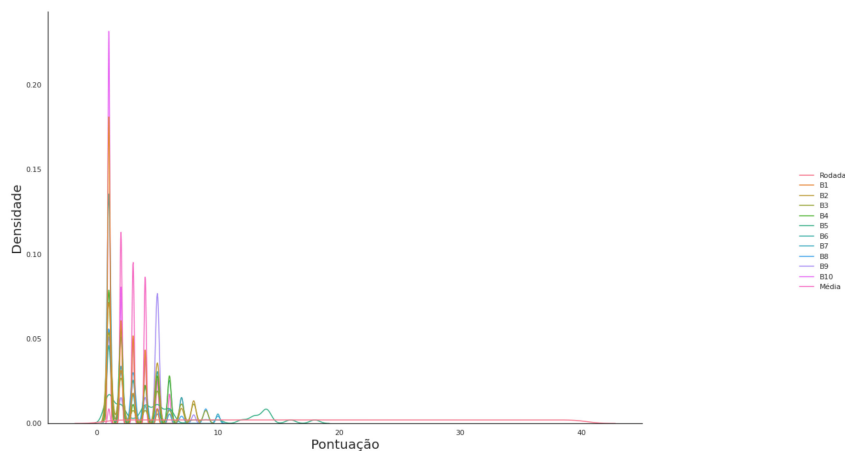


Figura 3.17: Estimativa da Densidade por Kernel do Jogo da Ave.

Notou-se, ainda, que a maioria das pontuações se concentraram em torno das pon-

tuações baixas, entre 1 a 5 pontos, abaixo da pontuação central do jogo que foi 10 pontos, sendo o máximo possível para obtenção, 20 pontos.

Na curva de estimativa de densidade por Kernel, a pontuação que obteve maior concentração foi 1 ponto, se repetindo, em aproximadamente 25% (0,25) das rodadas. As demais concentrações foram em torno de pontuações baixas, concentrando em até 5 pontos como também observado no histograma de pontos.

3.2.3 Coeficiente de variação

Para verificar esta variação foi feito o gráfico de dispersão do jogador com maior nota, B5, e do jogador com menor nota, o B10, observado nas figuras 3.18(a) e 3.18(b).

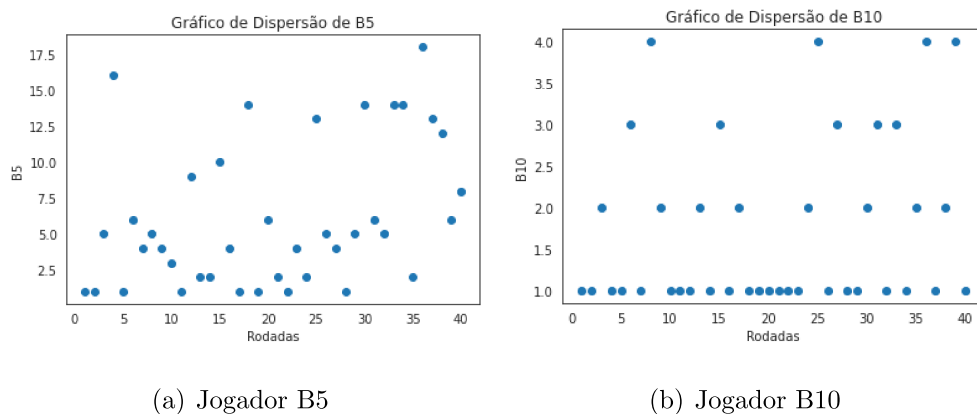


Figura 3.18: Gráfico de dispersão dos pontos.

A figura 3.18(b) mostrou que os dois jogadores possuíam dispersão das pontuações ao longo das rodadas, porém observou-se que o jogador de maior média, o B5, obteve mais variações ao longo das rodadas. Já o jogador de menor média teve sua nota concentrada entre 1 e 4 pontos, ou seja, uma dispersão menor.

Para observar essas dispersões ao longo das rodadas de todos os jogadores foi analisado o gráfico *Box Plot* na figura 3.19 da pontuação do Jogo da Ave dos 10 estudantes que foram considerados neste estudo.

Observou-se que neste jogo existiam dispersões altas e elasticidades nas pontuações do *box plot*, porém em comparação com o Jogo do Piano, os *outliers* (pontos fora do *box plot*) foram bem menores, isto porque os valores não se afastaram muito da mediana, mostrando graficamente que no Jogo da Ave a variância foi bem menor que no Jogo do Piano.

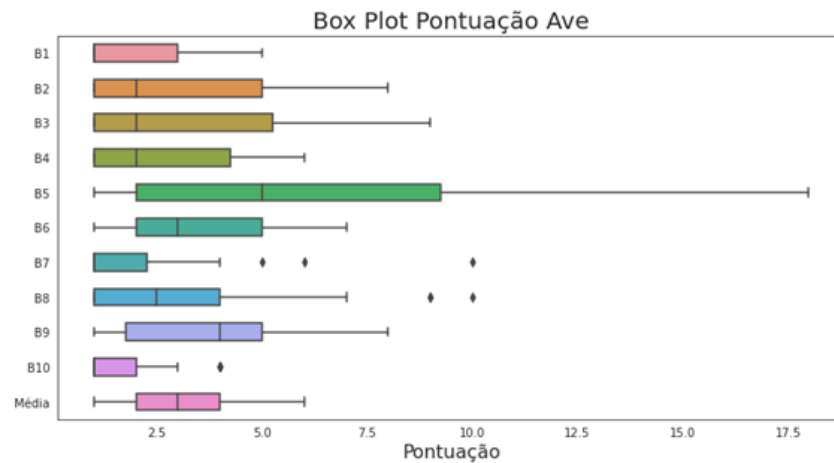


Figura 3.19: *Box Plot* da pontuação dos estudantes do Jogo da Ave.

3.2.4 Covariância e correlação

Para analisar a correlação do Jogo da Ave, foi observado o mapa de calor dos coeficientes de correlação na figura 3.20.

Correlação dos Jogadores

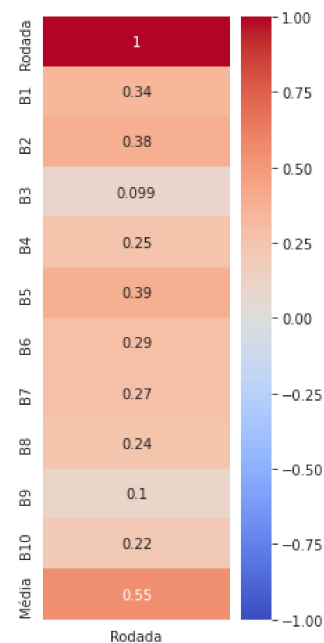


Figura 3.20: Correlação entre rodadas e pontuações dos estudantes no Jogo da Ave.

As correlações neste jogo, diferentemente do Jogo do Piano, foram todas positivas e bem mais altas, podendo observar que existiu uma relação maior entre o acréscimo da pontuação e o ato de jogar (rodada). Para uma melhor visualização e estudo desta relação,

nas próximas subseções será feito um ajuste linear para verificar, matematicamente, o desempenho destes jogadores.

3.2.5 Média Móvel

Na tabela 3.2 observou-se que apenas um jogador não teve um desempenho crescente na média móvel. Houve uma melhora neste índice em nove dos 10 jogadores analisados, considerando a média móvel das primeiras rodadas e a média móvel das últimas. Para este estudo foi traçado um gráfico, na figura 3.21, comparando o desempenho do jogador de maior e o de menor média.

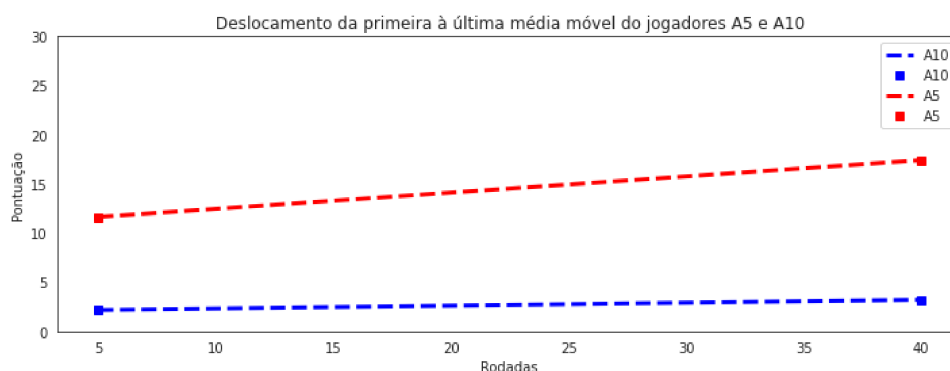


Figura 3.21: Deslocamento da primeira à última média móvel dos jogadores B5 e B10.

Foi possível verificar que o jogador B5 possuiu a maior inclinação, logo o melhor aproveitamento do jogo, passando de 4,8 na primeira rodada para 11,4 na última rodada, uma crescente de 6,6 pontos. Já o de menor média, o B10, obteve uma crescente de 1,2 ponto ao longo das 40 rodadas.

Para análise desse estudo, foi elaborado o gráfico com a série, na figura 3.22, e através do qual observou-se que o estudante B5 teve um desempenho de sua média móvel bem oscilante com uma crescente bem considerável a partir da rodada 32. Assim como no caso do estudo do Jogo do Piano, observou-se que o estudante de menor média, o B10, obteve uma oscilação com frequência baixa, não sendo possível evidenciar se seu desempenho foi satisfatório (pontuação crescente) ao longo das rodadas.

Para uma melhor análise do desempenho desses jogadores será estudada na próxima subseção essas médias móveis, com o uso da reta de regressão linear, sinalizando, também, se é possível aproveitar toda a média móvel para aplicar à regressão linear ou se é mais proveitoso analisar parte dela.

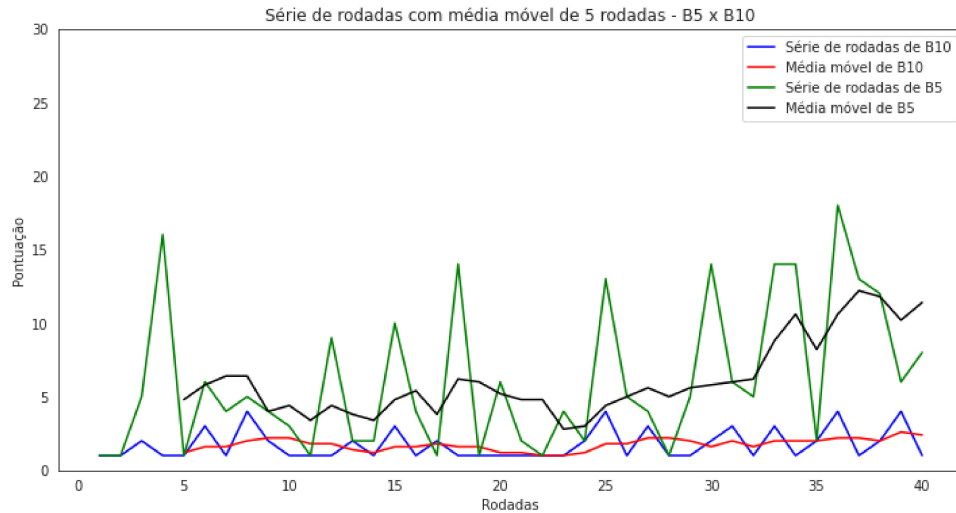


Figura 3.22: Série de rodadas com média móvel de cinco rodadas dos jogadores B5 e B10.

3.2.6 Ajuste Linear

Para análise dos dados foram traçados dois gráficos de dispersão, um para o jogador B5 e outro para o jogador B10, e foi feito o modelo de regressão linear usando a função do *Python*. Conforme a documentação do Seaborn (SEABORN, 2021), a linha de regressão resultante representa um intervalo de confiança de 95% desta regressão aplicada.

Na figura 3.23 foi traçada a reta de regressão linear para a média móvel dos jogadores B10 e B5.

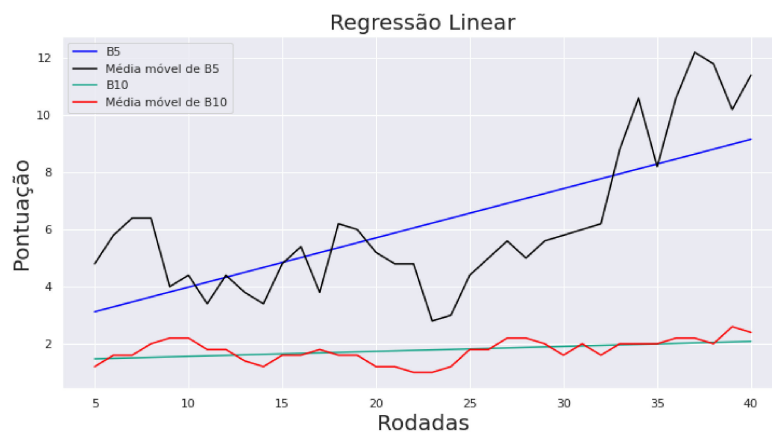


Figura 3.23: Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores B5 e B10.

Traçando a reta de regressão linear da média móvel, figura 3.23, o jogador B5 possuiu a maior inclinação com coeficiente angular 0,1724 e coeficiente linear de 2,259. Já o B10 possuiu coeficiente angular de 0.0174 e coeficiente linear 1.3851. Sendo assim,

o jogador B5 gerou uma base de resoluções em operações aritméticas mais forte, como analisada anteriormente, e o mesmo se adaptou ao jogo mais rapidamente, haja vista que este jogo necessitava de outras habilidades além de apenas operar contas matemáticas. A inclinação da reta de regressão linear também se mostrou bem produtiva para o jogador com menor média, B10, possuindo uma leve inclinação da reta de regressão linear da média móvel ao longo das rodadas.

Porém, observando a média móvel do jogador B5, a partir da rodada 18, percebeu-se que ela sofreu uma queda em sua média móvel, que a partir da rodada 23 voltava a crescer. Assim, foram separados estes dois momentos na figura 3.24 e observado qual retratou o melhor momento para análise, levando em consideração os dois pontos crescentes.

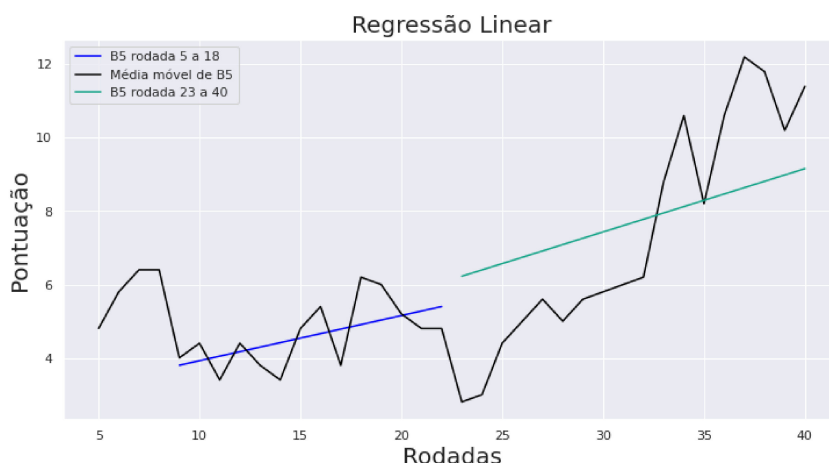


Figura 3.24: Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores B5 em duas etapas crescentes.

Para uma melhor análise, na figura 3.24 foram feitas duas retas de regressão linear na média móvel: uma das rodadas 5 a 18 e outra das rodadas 23 a 40. Observa-se que a inclinação da primeira reta foi menor, o que retratou melhor o desempenho do estudante haja vista que, no segundo momento, o mesmo já tinha conhecimento prévio do jogo, possuindo habilidades para conduzir a ave pela tela, planando e passando pelo número que apresentava o resultado da operação matemática.

Os coeficientes da reta de regressão foram: coeficiente angular de 0,1230 e 0,5481 e o coeficiente linear 2,692 e -9,8681. Azul e verde, respectivamente.

Na próxima seção, para a previsão futura com regressão linear foi utilizada a reta de regressão linear das rodadas 5 a 18 em comparativo com os outros jogadores.

Para análise foi escolhido mais um estudante, considerando o que conquistou o maior coeficiente de correlação, para fazer uma comparação com os outros jogadores. O estudante de maior coeficiente de correlação dentre os 10 analisados foi o 0,39, do jogador (B5). Como este já fazia parte do estudo, foi escolhido o segundo, o jogador B2, com coeficiente de correlação de 0,38. Através da figura 3.25 foi analisada a média móvel e a reta de regressão linear do estudante B2.

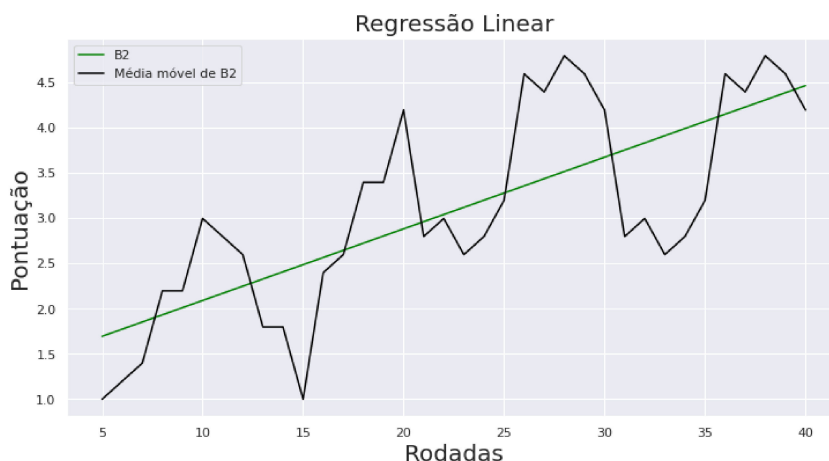


Figura 3.25: Reta de Regressão Linear da Média Móvel dos jogadores B5 e B10.

Traçando a reta de regressão linear da média móvel do jogador B2, obteve-se um coeficiente linear 1,3001 e um coeficiente angular 0,0792. Observou-se que em três momentos este jogador cursou quedas em sua pontuação, subindo logo em seguida, e que o desempenho da média móvel foi bem parecido da rodada 21 à 30 e da rodada 31 à 40.

Foi observado na subseção seguinte o comportamento deste gráfico, elaborado com o resultante do número de rodadas que jogador deve efetuar para chegar ao topo do eixo de pontuações (20 pontos) e assim, fazer previsões futuras que podem incentivar a continuidade de aplicações de jogos no estudo da matemática.

3.2.7 Previsão futura com uso da Regressão Linear

Para uma continuidade da análise estatística do Jogo da Ave, foi aplicada uma projeção do gráfico da reta regressão linear obtida na subseção anterior, a fim de observar o comportamento da pontuação dos jogadores ao longo de mais rodadas.

Como o estudante de menor média (B10) obteve um coeficiente angular menor que o de maior média (B5), conforme visto anteriormente na reta de regressão linear, foi

inserido mais um jogador na análise, elegível os 10 da Tabela 3.2, como aquele com o segundo maior coeficiente de correlação (B2), haja vista que o de maior correlação foi o B5, já em análise neste trabalho.

A projeção dos pontos durante as rodadas no Jogo da Ave dos três jogadores foi analisada, observando o comportamento deles ao longo das rodadas e com quantas rodadas o mesmo jogador poderia chegar à pontuação máxima, com base na reta regressão linear.

Na figura 3.26 foi traçada a reta de regressão linear para os três jogadores, a função da reta para o jogador B2 é $f(x_2) = 0,0792x_2 + 1,3001$; B5 é $f(x_5) = 0,1230x_5 + 2,6923$; e B10, $f(x_{10}) = 0,0174x_{10} + 1,3851$.

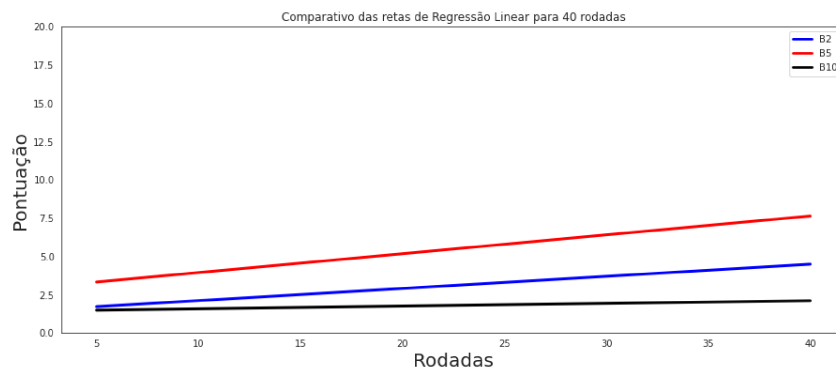


Figura 3.26: Reta de Regressão Linear da Média Móvel de 40 rodadas dos jogadores B2, B5 e B10.

Observou-se que os três jogadores geraram retas crescentes, sendo o jogador B5 quem obteve a maior pontuação ao fim das 40 rodadas.

Calculando $f(40)$ para cada um dos três jogadores, em $B(x_5)$, formou-se, como resultado 7,61, em $B(x_2)$, 4,47 e em $B(x_{10})$, 2,08.

Para fazer uma melhor análise foi feita uma prospecção futura desses dados, observando como estes jogadores se comportaram ao longo de 500 rodadas, levando em consideração as respectivas retas de regressão linear da média móvel.

O jogador B5 conseguiu chegar à pontuação máximo ($f(x(x_5)) = 20$) após a rodada 140. Já o jogador B2 conseguiria este desempenho após a rodada 235. Por fim, o jogador B10 não conseguiu obter o desempenho máximo, sendo necessárias mais rodadas, conforme analisada na figura 3.28 com 1500 rodadas.

Após 1066 rodadas o jogador B10 conseguiu alcançar a pontuação máxima (20 pontos).

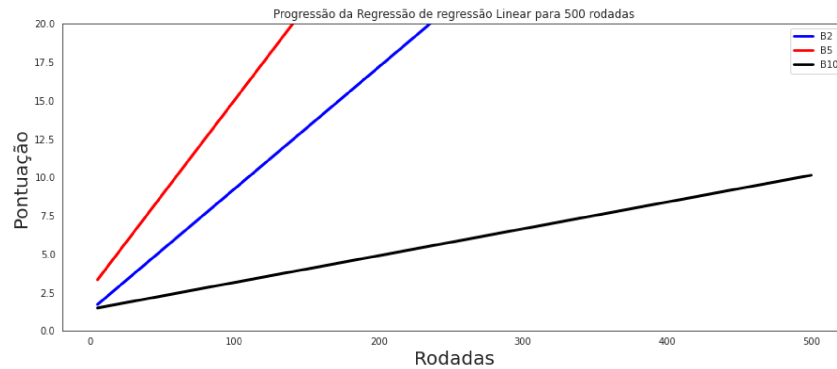


Figura 3.27: Reta de Regressão Linear da Média Móvel de 500 rodadas dos jogadores B2, B5 e B10.

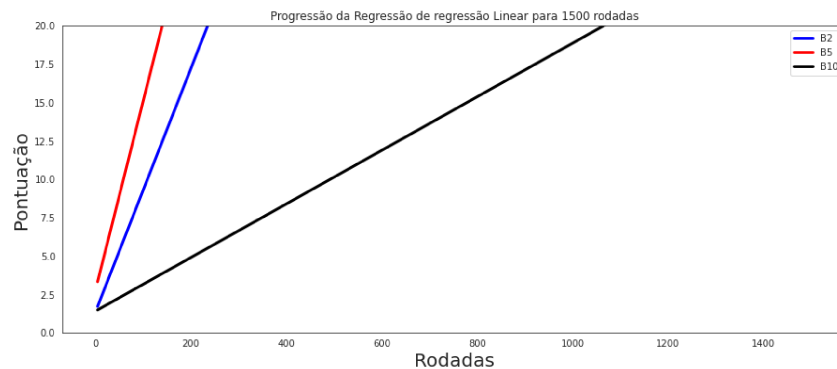


Figura 3.28: Reta de Regressão Linear da Média Móvel de 1500 rodadas dos jogadores B2, B5 e B10.

Jogar 500 a 1500 vezes um jogo aparentemente parece ser muito, mas vale ressaltar que alguns jogadores usaram bastante este recurso nesses 45 dias de experimento. Um jogador chegou a jogar 184 vezes o Jogo da Ave e outro estudante jogou 279 vezes o Jogo do Piano. Além disso, este estudo constituiu numa estimativa, não garantindo a exatidão do dado futuro, mas sim uma perspectiva, de acordo com o desempenho dos jogadores durante a execução nesse projeto.

Capítulo 4

Conclusões

Atualmente, em tempos de pandemia, a utilização de jogos digitais educacionais vem sendo bastante abordada por educadores, uma vez que tais jogos desenvolvem motivação e interesse por parte do estudante. No mundo contemporâneo, é difícil ver uma criança que não utilize um celular ou tablet (CUNHA, 2020). O momento de aplicação desse projeto foi bastante proveitoso, apesar das dificuldades encontradas nesse período para execução, seja pela falta de contato físico com os estudantes para instruir ou sanar dúvidas relacionadas à instalação do jogo e das habilidades necessárias para jogar seja em relação aos benefícios de um jogo sério como o JogoMat.

E percebeu-se que, na etapa final, quando o ensino na escola passou a ser na modalidade híbrida (com parte dos alunos em sala de aula e outra parte *online*) foi notório o aumento de frequência na participação dos estudantes no jogo com crescente aumento de rodadas jogadas por dia, pelo auxílio presencial fornecido para tirar dúvidas do jogo e de operações matemáticas que os estudantes estavam encontrando, além do incentivo dado pelos professores e colegas presencialmente para que o estudante usasse mais o jogo.

No Jogo do Piano, que é um jogo mais fácil e simula uma questão de múltipla escolha com um tempo para a resposta, que inicia com 10 segundos e vai reduzindo gradativamente para dificultar o jogo, encerrando em 5 segundos, foi observada uma maior participação dos estudantes, tanto em número de rodadas quanto em números de estudantes participantes.

O Jogo da Ave também foi bastante usado, porém por menor número de estudantes e de rodadas jogadas em relação ao Jogo do Piano, uma vez que o jogo é mais difícil, haja

vista que o estudante, além de operar a conta mentalmente, precisa coordenar a ave para que ela passe por cima do número que corresponde à resposta.

Nos resultados, observou-se que:

1. O Jogo do Piano possuiu médias aritméticas maiores que o Jogo da Ave e, também, as médias móveis inicial e final tiveram intervalos maiores. Isso se deve à jogabilidade desse jogo, uma vez que, apesar de ser mais lúdico, o Jogo da Ave não necessita apenas da habilidade em operar contas matemáticas, mas também habilidades para se manter atuante no jogo. Outra situação que deve ser levada em consideração para essas médias foi que os números de rodadas analisadas no Jogo do Piano foi maior, logo os jogadores/estudantes obtiveram a possibilidade de crescer a pontuação ao longo das rodadas;
2. Nas métricas estatísticas analisadas (variância, desvio padrão, coeficiente de variação, covariância e correlação) foi possível observar na figura do gráfico de dispersão e demais figuras que os estudantes no Jogo do Piano oscilaram bastante em relação à pontuação e alguns atingiram a pontuação máxima 30 pontos. Já no Jogo da Ave, esses elementos estatísticos tiveram valores menores por possuir uma menor dispersão e nenhum estudante atingiu a pontuação máxima. Além disso, a maioria se concentrou na pontuação final;
3. Analisado o ajuste linear, feito através do uso de regressão linear da média móvel foi observado que tanto o jogador de maior média quanto o jogador de menor média tinham gráficos crescentes em ambos os jogos, algo extremamente relevante para o incentivo de jogos educacionais durante o aprendizado e, neste caso, da matemática;
4. Traçando o gráfico da previsão futura com uso da reta de regressão linear da média móvel foi observado que, com o uso contínuo dos jogos, hipoteticamente, pôde-se crescer a pontuação dos estudantes em ambos os jogos, pois os estudantes tiveram crescimento ao longo das rodadas. Como exemplo, foi mostrado no gráfico da figura 3.14 que o estudante de maior média aritmética conseguiria chegar a uma máxima de pontuação, ou seja, 30 pontos no Jogo do Piano, com 72 rodadas, e o estudante de menor média aritmética, após 1.438 rodadas.
5. No jogo da Ave, usando a reta de regressão linear da média móvel, concluiu-se que

o estudante de maior média chegaria à pontuação máxima, 20 pontos, com 140 rodadas, já o jogador de menor média, chegaria a 20 pontos com 1066 rodadas.

Logo, observou-se, usando a métrica da reta de regressão linear, que existe uma melhora nos rendimentos dos estudantes, haja vista, que para os estudantes avançarem precisam do conhecimento básico das quatro operações matemáticas.

Outros jogos assim como o JogoMat também obtiveram avanços positivos. A aplicação do BioGame (PEREIRA, 2021), por exemplo, conforme relatado pelos autores, auxiliou e motivou o processo de ensino-aprendizagem, sem que houvesse memorização mecânica, com participação ativa dos estudantes na construção do seu conhecimento. A mesma situação foi observada pelos estudantes que jogaram o JogoMat na Escolinha Santo Antônio.

Assim como foi citado por Barbosa (BARBOSA, 2019) pode-se observar também que, além das qualidades citadas anteriormente, a gamificação e o estímulo à utilização de jogos trazem novas habilidades interpessoais aos jogadores, ao longo das rodadas, tais como, criatividade, resolução de problemas, comunicação e proatividade e, no caso do JogoMat, agilidade no raciocínio para resolver os problemas dentro do tempo proposto.

Então, podemos afirmar que a utilização de jogos sérios educacionais como ferramenta educacional se mostra útil no processo de ensino-aprendizado, fazendo com que os estudantes avancem e possam aprender por um meio lúdico, como observado por Almeida e Maymone (ALMEIDA, 2021) em seu experimento aplicando jogo de RPG para estudo da matemática em sala de aula, que ao término do ano letivo obteve avanço em relação ao aprendizado da turma.

Vale ressaltar que, mesmo após a finalização do projeto no III Bimestre na Escolinha Santo Antônio, os estudantes continuaram jogando, por um período após 30 dias do final do projeto e sem estarem sendo observados e estimulados a jogar, o que mostra que o ato de aprender pode ser prazeroso e obtido espontaneamente pelos estudantes de forma ativa, aprendendo e brincando temas relacionados a uma disciplina da escola.

Referências Bibliográficas

- [ABT 1970] ABT, C.C: Serious Games. (1970). – [by] Clark C. Abt. New York: Viking Press, 1970. Print
- [ALMEIDA 2021] ALMEIDA, A.: Experimento com jogos eletrônicos no 7º ano do fundamental II, Escola Duque de Caxias. In: *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218* 2 (2021), jun., S. e25190. – URL <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/190>
- [ALMEIDA 2015] ALMEIDA, M. W.; ALMEIDA R. L. F.: *Estatística e Probabilidade*. Fortaleza - Ceará : UECE, 2015
- [ANDRADE 2013] ANDRADE, G; Martins J; Roma V.C; Joaquim R e Caurin G.: Rehabilitation robotics and serious games: An initial architecture for simultaneous players. In: *ISSNIP Biosignals and Biorobotics Conference* (2013). – BRC. 1-6. 10.1109/BRC.2013.6487455.
- [BARBOSA 2010] BARBOSA, Bruno: *Interação Humano-computador*. SBC Campus. Elsevier.BIOÉTICA, 2010. – Ética na Pesquisa. Vídeo aula. São Paulo: UNISA
- [BARBOSA 2019] BARBOSA, C. F.: Aplicação e desenvolvimento de jogos eletrônicos educacionais na área da matemática. In: *Anais VI CONEDU* (2019). – ISSN: 2358-8829, Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59099>. Acesso em: 08/12/2021 15:47
- [CARDOSO 2013] CARDOSO, Dayse M.: Competências e habilidades: alguns desafios para a formação de professores. In: *Jornada do HISTEDBR* 11 (2013)
- [CARRASCO 2012] CARRASCO, Paulo: Serious games: Uma nova abordagem ao

- treino e formação de recursos humanos. (2012). – Edição N.º 3 (2011): III Conferência em Investigação e Intervenção em RH. <https://doi.org/10.26537/iirh.v0i3.1798>
- [CARVALHO 2017] CARVALHO, Maycon.: *Move4Math: Jogo Sérios para alfabetização matemática*. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (Mestrado) - Estudante, Joinville SC. agosto 2017
- [CAZOLA 2003] CAZOLA, I.M: Média aritmética: um conceito prosaico e complexo. In: . *Anais do IX Seminário de Estatística Aplicada, Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, Ilhéus-BA*. (2003), S. 1–4.
- [COHEN 2006] COHEN, David: The Development Of Play. In: *London: Routledge* 3^oed (2006). – ISBN 9780203634295.
- [CORDEIRO 2020] CORDEIRO, C.K.M.A: O Impacto da Pandemia na Educação: A Utilização da Tecnologia como Ferramenta de Ensino. In: *Faculdades IDAAM* (2020)
- [CUNHA 2020] CUNHA, Adriana; Moreira F.: A aplicação de jogos eletrônicos na educação inclusiva. In: *Revista gestão Tecnológica* (2020), S. 11–15. – Disponível em: <http://www.faculadadedelta.edu.br/revistas3/index.php/gt/article/view/38/50>. Acesso em: 29 nov. 2021.
- [DA SILVA 2020] DA SILVA, E; Saboia R C.: Aplicabilidade da gamificação em sala de aula em períodos de pandemia. In: *Brazilian Journal of Development* 6 (2020), Nr. 10, S. 79789–79802
- [DE AGUILERA 2003] DE AGUILERA, Alfonso: Video games and education: (Education in the Face of a “Parallel School”). In: *Computers in Entertainment (CIE)* 1 (2003), Nr. 1, S. 1–10
- [DUKE 1974] DUKE, Richard D.: *Gaming : the future’s language*. New York Halsted Press, Beverly Hills : Sage Publications, 1974
- [D’ANGOUR 2013] D’ANGOUR, Armand.: Taking Education Seriously in Ancient Greece. In: *American Journal of Play*, (2013). – Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1016076.pdf>. Acesso em: 24 maio 2020.

- [FIGUEREDO 2018] FIGUEREDO, Jairo: *O ensino de frações mediado por jogos de aprendizagem: Uma proposta para o ensino*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. 2018. – Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. Campus Floriano. Orientador: Dr. Egnilson Miranda de Moura.
- [FONSECA u. a. 2021] FONSECA, J.; Peña E. ; VALLS, Victor ; SANCHEZ-SEPÚLVEDA, Mónica ; MOREIRA, Fernando ; NAVARRO, Isidro ; REDONDO, Ernesto: Mixed Assessment of Virtual Serious Games Applied in Architectural and Urban Design Education. In: *Sensors* 21 (2021), Nr. 9. – URL <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/9/3102>. – ISSN 1424-8220
- [FÜHR 2018] FÜHR, C e HAUBENTHAL W R.: Educação 4.0 e seus impactos no Século XXI. In: *Educação no Século XXI-Volume* 36 (2018), S. 61
- [GERHARDT 2009] GERHARDT, D.T.: Métodos de Pesquisa. In: *Repositorio UFRS* (2009), S. 1–120. – Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- [GIL 2007] GIL, A. C.: *Como elaborar projetos de pesquisa*. Bd. 4. São Paulo : Atlas, 2007
- [GISELY 2019] GISELY, Alves: Visualização de dados com Seaborn. In: *Seaborn* (2019)
- [GOMES u. a. 2018] GOMES, Bárbara Caruliny Moreira da Cruz u. a.: A Matemática e os jogos estratégicos no Ensino Fundamental: um estudo a partir da prática pedagógica. (2018)
- [GOOGLE 2021] GOOGLE: *Olá, este é o Colaboratory*. [S. l.],. 2021. – URL https://colab.research.google.com/notebooks/welcome.ipynb?hl=pt_BR#scrollTo=lSrWnr3MuFUS.. – Acesso em: 6 dez. 2021.
- [GOVEIA 2011] GOVEIA, Rosimar: *Desvio Padrão*. 2011. – URL www.todamateria.com.br. – Acesso em: 7 dez. 2021.

- [HÖGLUND 2021] HÖGLUND, Cecilia: *Effectiveness in the pandemic: A study of the development of a serious game to facilitate remote meetings*. 2021
- [HOWARD 2007] HOWARD, P: Neuroscience and Education: Issues and Opportunities. (2007), 01
- [HUSAIN 2011] HUSAIN, Layla: *Getting Serious about Math: Serious Game Design Framework & an Example of a Math Educational Game*. 2011
- [JUNIOR 2017] JUNIOR, João. B.: O aplicativo Kahoot na educação: verificando os conhecimentos dos alunos em tempo real. In: *Livro de atas X Conferência Internacional de TIC na Educação-Challenges*, 2017, S. 1587–1602
- [KARAGIORGAS 2017] KARAGIORGAS, N; NIEMANN S.: Gamification and game-based learning. In: *Journal of Educational Technology Systems* 45 (2017), Nr. 4, S. 499–519
- [KARAM 2020] KARAM, A.B; Faco A.F.B; Andrade A.A; Candiago A.: Serious games como ferramenta de apoio ao ensino das quatro operações matemáticas para crianças. In: *Revista Espacios* 38 (2020), Nr. 30, S. 1–18
- [KOERICH 2004] KOERICH, Rosani; Costa E.: Ética e bioética: para dar início à reflexão. In: *SciELO* 14 (2004), S. 106–110. – Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v14n1/a14v14n1>. Acesso em: 16 dez. 2019.
- [LAI 2012] LAI, A.: A Study of Gamification Techniques in Mathematics Education. In: *Harvard* (2012), S. 1–4
- [LEÃO 1999] LEÃO, D.M.: *Paradigmas contemporâneos de educação: Escola tradicional e Escola construtivista*. UFC. 1999. – Aquisição da língua escrita na criança: escola tradicional X escola construtivista. 1999. Dissertação (Mestrado) - Aluno do Mestrado. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n107/n107a08.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2020.
- [LOPES 2003] LOPES, F.: *Apostila de estatística*. Fortaleza - Ceará : UFSM, 2003. – Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/vera.carmo/LIVROS/LIVROS/Luis20Felipe20Dias20Lopes.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.

- [LUNA 2020] LUNA, Christianne; SILVA Regina; ARRUDA Rosane; MAMEDES R.: Jogo didático: incentivo ao gosto pela matemática numa escola inclusiva. In: *Artigo Anais IV CINTEDI, Congresso Internacional de Educação Inclusiva* (2020), jan, S. 1–11. – publicado em: 10 dez. 2020. ISSN: 2359-2915, p. 1-11. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/72495>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- [MACHADO 2018] MACHADO, Vinícius: Análise da utilização da técnica de médias móveis no processo de tomada de decisão de investimentos no mercado acionário. In: *UNIJUI* (2018). – Artigo final (Pós Graduação) - Estudante, UNIJUI RS, 2018.
- [MOURA 2009] MOURA, J.M.: What is signal processing?, President’s Message. In: *IEEE Signal Processing Magazine* (2009), S. 6. – doi:10.1109/MSP.2009.934636
- [NURYANTI 2015] NURYANTI, Nuryanti e P.: Mobile Game Effectiveness for Game Enthusiasts Who Have Little Spare Time to Play Games. In: *SISFORMA* (2015). – 2. 10. 10.24167/sisforma.v2i1.404.
- [OLIVEIRA 2019] OLIVEIRA, A: *Arara considerada extinta volta à caatinga ao lado de onças e outras espécies ameaçadas.* 2019. – URL <https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/02/19/arara-considerada-extinta-volta-a-caatinga-ao-lado-de-oncas-e-outras-especies-amgh.html>. – Acesso em: 22 set. 2021
- [OPAS 2021] OPAS: *Folha Informativa – COVID19. ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE.* 2021. – URL https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_contentview=articleid=6101:covid19Itemid=875. – Acesso em: 20 Novembro 2021
- [PACHECO u. a. 2022] PACHECO, Ernesto ; ROBLES-CÁRDENAS, Manuel ; THIERRY-AGUILERA, Ricardo: The Use of Academic Platforms and Simulators in the Pandemic Era. In: *Journal of Positive School Psychology* 6 (2022), Nr. 3, S. 4459–4466
- [PANWAR 2012] PANWAR, N; Rajpal K; Pandey H.: Developing 3D Game for Android OS: SNAFDROID. In: *International Journal of Machine Learning and Computing* (2012), S. 689–694. – 10.7763/IJMLC.2012.V2.216.

- [PEREIRA 2021] PEREIRA, T e Guedes M.: BIOGAME: Uma Metodologia Alternativa para o Ensino Remoto durante a Pandemia. In: . *Episteme Transversalis*, 12 (2021), Nr. 2. – . ISSN 2236-2649. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/2422>. Acesso em: 02 dez. 2021.
- [PETERNELLI 2015] PETERNELLI, Luiz A.: *Estatística*. 2015. – URL <http://www.dpi.ufv.br/~peterneli/inf162.www.16032004/materiais/CAPITULO4.pdf>. – Universidade Federal de Viçosa, cap. 4
- [PRESSMAN 2011] PRESSMAN, Roger S.: *Engenharia de Software: uma abordagem profissional*. 7^o ed. São Paulo : Pearson Makron Books, 2011
- [SANTOS 2014] SANTOS, Isleide; SOUZA Nayane; FERREIRA M.: O PROCESSO DIDÁTICO EDUCATIVO: UMA ANÁLISE REFLEXIVA SOBRE O PROCESSO DE ENSINO E A APRENDIZAGEM. In: *Meu Artigo, Brasil Escola* (2014), jan, S. 1–8. – Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/pedagogia/processo-didatico-educativo-analise-reflexiva-sobre-processo-ensino-aprendizagem.htm>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- [SEABORN 2021] SEABORN: *Visualizing regression models*. 2021. – <https://seaborn.pydata.org/tutorial/regression.html> , Acesso em: 30 nov. 2021
- [SIENA 2018] SIENA, Mauro.: *O uso de jogos digitais como Ferramenta auxiliar no ensino da matemática e o protótipo do Game Sinapsis*. Universidade Federal de Goiás Instituto de Matemática e Estatística Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. 2018. – Orientador: Rosângela Maria da Silva. 2018. 101 p. Dissertação (Mestrado) - Mestranda, Goiânia, 2018
- [SILVA 2018] SILVA, Alex: *O ensino da matemática e a utilização de jogos como recurso didático facilitador no processo ensino aprendizagem*. Universidade Federal do Oeste do Pará Instituto de Ciências da Educação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional,. 2018. – Orientador: José Ricardo e Souza Mafra. 2018. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Santarém-PA
- [SOARES 2018] SOARES, M.G: A Quarta Revolução Industrial e seus possíveis efeitos

- no direito, economia e política. In: *Pesquisa Academica (Direito) - Doutorando, Lisboa*, (2018)
- [SOUSA 2018] SOUSA, Poliana: *Os jogos no Ensino Fundamental como possibilidade para a apropriação de conceitos matemáticos*. Universidade Estadual do Piauí, Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. 2018. – Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Mestranda, Teresina, Piauí
- [SUSI 2007] SUSI, M; Backlund P.: Serious Games – An Overview. Technical Report HS. In: *University of Skövde, Sweden* (2007), S. 1–28. – Disponível em: [http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2416/FUL LTE XT01.pdf](http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2416/FUL%20LTE%20XT01.pdf). Acesso em: 1 jun. 2020
- [TARTUCE 2006] TARTUCE, T. J. A.: *Métodos de pesquisa*. UNICE – Ensino Superior,. 2006
- [UTOYO u. a. 2018] UTOYO, Arsa W. u. a.: Video Games as Tools for Education. In: *Journal of Games, Game Art, and Gamification* 3 (2018), Nr. 2, S. 56–60
- [WANG 2015] WANG, A. I.: The Wear out Effect of a Game-Based Student Response System. In: *Computers & Education* (2015), Nr. 82, S. 217–227. – <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.004>
- [WILKINSON 2016] WILKINSON, P.: A Brief History of Serious Games. In: *Entertainment Computing and Serious Games. Lecture Notes in Computer Science* 9970 (2016). – Springer, Cham
- [WILLIAMSON 1989] WILLIAMSON, R.A; Kendrick J.: The box plot: A simple visual method to interpret data. In: *Annals of internal medicine* 110 (1989), S. 916–921

Apêndice A

Questionários aplicados aos membros da UE

Questionário para levantamento de requisitos do software educacional “*gamificação da matemática*” para alunos do 5º e 6º ano do Ensino Fundamental (marque uma alternativa em uma escala de 1 a 5, sendo 1 discorda completamente, 2 discorda parcialmente, 3 não sabe responder, 4 concorda parcialmente e 5 concorda completamente).

1. Você já utilizou algum jogo em sala de aula para auxiliar no ensino?

1 2 3 4 5

2. Você acredita que um Jogo Sériô, com ações educativas, pode ser didático no ato de ensinar

1 2 3 4 5

3. Você usaria um aplicativo, no formato de jogo, como ferramenta educacional, para te auxiliar na avaliação do nível de conhecimento dos estudantes?

1 2 3 4 5

4. Você acredita que o lúdico deixaria a matemática mais fácil para o entendimento?

1 2 3 4 5

5. Você acha que um jogo com cores, pedagogicamente, se torna mais lúdico para o aprendizado?

1 2 3 4 5

6. Um jogo com sons e trilhas sonoras, pedagogicamente, se torna mais lúdico para o aprendizado?

1 2 3 4 5

7. Um jogo deve ter sons de interação com o usuário, como ao clicar, ou sons ao ganhar e sons ao perder?

1 2 3 4 5

8. Você gostaria que o jogo educacional te passasse um *feedback* do avanço do nível do conhecimento do estudante?

1 2 3 4 5

9. Você acredita que um jogo com premiações, como conquista de títulos, medalhas virtuais e um ranking dos melhores alunos, contribui pedagogicamente?

1 2 3 4 5

10. Você acredita que o jogo deveria fornecer aulas básicas durante sua execução?

1 2 3 4 5

Apêndice B

Questionários aplicados aos pais dos os estudantes da UE

Questionário para levantamento de requisitos do software educacional “*gamificação* da matemática” para alunos do 5º e 6º ano do Ensino Fundamental das Escolas Públicas (marque uma alternativa em uma escala de 1 a 5, sendo 1 discorda completamente, 2 discorda parcialmente, 3 não sei responder, 4 concorda parcialmente e 5 concorda completamente).

1. Você já utilizou algum jogo no computador ou no celular?

1 2 3 4 5

2. Você considera Matemática uma disciplina difícil?

1 2 3 4 5

3. Você gostaria de aprender Matemática por meio de um jogo educacional?

1 2 3 4 5

4. Você considera expressão numérica um conteúdo difícil na matemática?

1 2 3 4 5

5. Você acha que sons e trilhas sonoras ajudam a tornar o jogo mais interessante?

1 2 3 4 5

6. Você acha que um jogo com cores é mais atrativo?

1 2 3 4 5

7. Você acredita que um jogo com premiações, como conquista de títulos, medalhas virtuais e um ranking dos melhores alunos, incentiva o estudante a querer sempre jogar?

1 2 3 4 5

8. Você gostaria que o jogo educacional mostrasse o seu nível de conhecimento?

1 2 3 4 5

9. Você gostaria de assistir aulas básicas durante a execução do jogo?

1 2 3 4 5

10. Você já utilizou algum tipo de aplicativo que interage com conteúdo das disciplinas?

1 2 3 4 5

Apêndice C

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Para confirmar sua participação, você precisa ler este documento e assinar no final. Este é um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conhecido como TCLE, e nele estão contidas as principais informações sobre o estudo que está sendo realizado para o desenvolvimento de um jogo educacional, como os objetivos, metodologias, riscos e benefícios.

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa "Serious Games: Gamificação do Ensino da Matemática" de forma voluntária. Esse estudo foi desenvolvido por Augusto Sávio Lima Carvalho, discente de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal da Bahia, sob orientação do Professor Jês de Jesus Fiais Cerqueira. A seguir estão as principais informações da pesquisa e como deve ser a sua participação.

Objetivo central

O objetivo deste estudo é criar um protótipo de um software no formato de Serious Games (Jogos Sérios) que possibilite o exercício da matemática para os estudantes do quarto e do quinto ano do Ensino Fundamental.

Por que você está sendo convidado?

O convite a sua participação se deve por sua atuação como professor(a) do quarto, ou quinto ano do Ensino Fundamental. A participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado (a) de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação ou desistir. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa. Todas as informações prestadas por você são confidenciais e privativas, o que significa dizer que seu nome não será divulgado em nenhum momento deste trabalho.

Mecanismos para garantir a confidencialidade e a privacidade

Qualquer dado que possa identificá-lo(a) será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa, e o material será armazenado em local seguro. A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste documento.

Identificação do participante ao longo da pesquisa

Esta pesquisa não traz nenhum risco à saúde, ou qualquer outro tipo de dano, seja ele, psicológica ou físico. O nome da escola será citado no trabalho, porém, os nomes dos professores e dos estudantes não serão divulgados.

Procedimentos detalhados que serão utilizados na pesquisa

A sua participação consistirá em permitir e incentivar os estudantes a terem acesso e jogar o software educacional criado neste projeto de pesquisa, o JogoMat. Os resultados coletados neste período de aplicação deste jogo serão demonstrados a você, antes mesmo de apresentados à Universidade Federal da Bahia.

Tempo de duração do procedimento/experimento

Este experimento terá duração de 45 dias, de 14 de setembro de 2021 a 1 de novembro de 2021, que é o período em que este software poderá ser utilizado a qualquer momento, no tempo livre e a depender da disponibilidade do estudante.

Guarda dos dados e material coletados na pesquisa

Os dados deste jogo serão armazenados no banco de dados da Google, Firebase – Database e somente o pesquisador terá acesso a ele. Ao final da pesquisa, todo material será mantido na nuvem por, pelo menos 5 anos, conforme Resolução 466/12.

Explicitar benefícios diretos (individuais ou coletivos) ou indiretos aos participantes da pesquisa

O benefício relacionado a sua colaboração nesta pesquisa é o de identificar se o uso de um software educacional para treinamento de estudantes nas quatro operações matemáticas traz um maior crescimento da pontuação ao longo das rodadas, ou seja, se existe mais acertos nas operações matemáticas ao longo do uso do jogo.

Previsão de riscos ou desconfortos

Para realizar esta pesquisa é necessário que o estudante utilize uma plataforma digital com acesso à internet, logo, esse processo precisa ser acompanhado para evitar o uso indevido do aparelho.

Sobre divulgação dos resultados da pesquisa

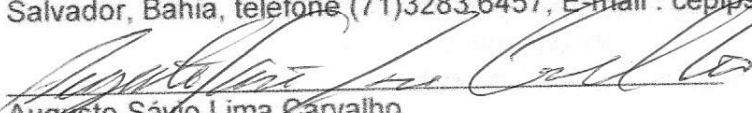
Os resultados desta pesquisa serão demonstrados na dissertação de mestrado do curso, apresentado na banca de defesa do programa de pós-graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal da Bahia. Além disso, será enviado um artigo com os dados para apreciação da revista de ciência e educação (Bauru) (SciElo), entre outras.

Descrição do Comitê de Ética em Pesquisa:

"Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia (CEP-IPS). O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade".

**Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do
sujeito pesquisado**

Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia (CEP-IPS) da UFBA,
Rua Aristides Novis, Campus São Lázaro, 197, Federação, CEP 40.170-055,
Salvador, Bahia, telefone (71)3283.6457, E-mail : cepips@ufba.br


Augusto Sávio Lima Carvalho

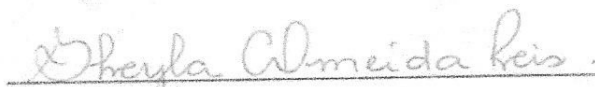
Contate com o pesquisador responsável:

Tel.:(61) 98115-6049

E-mail:augustosaviolima@hotmail.com

Euclides da Cunha, Bahia, 1 de setembro de 2021

Eu concordo em participar voluntariamente do presente estudo como participante. O pesquisador me informou sobre tudo o que vai acontecer na pesquisa, o que terei que fazer, inclusive sobre os possíveis riscos e benefícios envolvidos na minha participação. O pesquisador me garantiu, também, que eu poderei sair da pesquisa a qualquer momento, sem dar nenhuma explicação, e que esta decisão não me trará nenhum tipo de penalidade. Além disso, fui informado que devo imprimir ou gerar um .pdf do TCLE para ter a minha cópia e que posso solicitar uma versão dele via e-mail para o pesquisador.



(Assinatura)

Nome do participante: Sheyla Almeida Reis

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Para confirmar sua participação, você precisa ler este documento e assinar no final. Este é um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conhecido como TCLE, e nele estão contidas as principais informações sobre o estudo que está sendo realizado para o desenvolvimento de um jogo educacional, como os objetivos, metodologias, riscos e benefícios.

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa "Serious Games: Gamificação do Ensino da Matemática" de forma voluntária. Esse estudo foi desenvolvido por Augusto Sávio Lima Carvalho, discente de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal da Bahia, sob orientação do Professor Jês de Jesus Fiais Cerqueira. A seguir estão as principais informações da pesquisa e como deve ser a sua participação.

Objetivo central

O objetivo deste estudo é criar um protótipo de um software no formato de Serious Games (Jogos Sérios) que possibilite o exercício da matemática para os estudantes do quarto e do quinto ano do Ensino Fundamental.

Por que você está sendo convidado?

O convite a sua participação se deve por sua atuação como professor(a) do quarto, ou quinto ano do Ensino Fundamental. A participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado (a) de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação ou desistir. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa. Todas as informações prestadas por você são confidenciais e privativas, o que significa dizer que seu nome não será divulgado em nenhum momento deste trabalho.

Mecanismos para garantir a confidencialidade e a privacidade

Qualquer dado que possa identificá-lo(a) será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa, e o material será armazenado em local seguro. A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste documento.

Identificação do participante ao longo da pesquisa

Esta pesquisa não traz nenhum risco à saúde, ou qualquer outro tipo de dano, seja ele, psicológica ou físico. O nome da escola será citado no trabalho, porém, os nomes dos professores e dos estudantes não serão divulgados.

Procedimentos detalhados que serão utilizados na pesquisa

A sua participação consistirá em permitir e incentivar os estudantes a terem acesso e jogar o software educacional criado neste projeto de pesquisa, o JogoMat. Os resultados coletados neste período de aplicação deste jogo serão demonstrados a você, antes mesmo de apresentados à Universidade Federal da Bahia.

Tempo de duração do procedimento/experimento

Este experimento terá duração de 45 dias, de 14 de setembro de 2021 a 1 de novembro de 2021, que é o período em que este software poderá ser utilizado a qualquer momento, no tempo livre e a depender da disponibilidade do estudante.

Guarda dos dados e material coletados na pesquisa

Os dados deste jogo serão armazenados no banco de dados da Google, Firebase – Database e somente o pesquisador terá acesso a ele. Ao final da pesquisa, todo material será mantido na nuvem por, pelo menos 5 anos, conforme Resolução 466/12.

Explicitar benefícios diretos (individuais ou coletivos) ou indiretos aos participantes da pesquisa

O benefício relacionado a sua colaboração nesta pesquisa é o de identificar se o uso de um software educacional para treinamento de estudantes nas quatro operações matemáticas traz um maior crescimento da pontuação ao longo das rodadas, ou seja, se existe mais acertos nas operações matemáticas ao longo do uso do jogo.

Previsão de riscos ou desconfortos

Para realizar esta pesquisa é necessário que o estudante utilize uma plataforma digital com acesso à internet, logo, esse processo precisa ser acompanhado para evitar o uso indevido do aparelho.

Sobre divulgação dos resultados da pesquisa

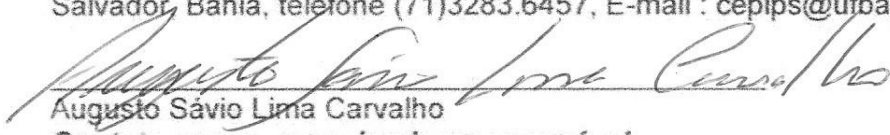
Os resultados desta pesquisa serão demonstrados na dissertação de mestrado do curso, apresentado na banca de defesa do programa de pós-graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal da Bahia. Além disso, será enviado um artigo com os dados para apreciação da revista de ciência e educação (Bauru) (SciELO), entre outras.

Descrição do Comitê de Ética em Pesquisa:

"Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia (CEP-IPS). O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade".

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do
sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia (CEP-IPS) da UFBA,
Rua Aristides Novis, Campus São Lázaro, 197, Federação, CEP 40.170-055,
Salvador, Bahia, telefone (71)3283.6457, E-mail : cepips@ufba.br


Augusto Sávio Lima Carvalho

Contato com o pesquisador responsável:

Tel.:(61) 98115-6049

E-mail:augustosaviolima@hotmail.com

Euclides da Cunha, Bahia, 1 de setembro de 2021

Eu concordo em participar voluntariamente do presente estudo como participante. O pesquisador me informou sobre tudo o que vai acontecer na pesquisa, o que terei que fazer, inclusive sobre os possíveis riscos e benefícios envolvidos na minha participação. O pesquisador me garantiu, também, que eu poderei sair da pesquisa a qualquer momento, sem dar nenhuma explicação, e que esta decisão não me trará nenhum tipo de penalidade. Além disso, fui informado que devo imprimir ou gerar um .pdf do TCLE para ter a minha cópia e que posso solicitar uma versão dele via e-mail para o pesquisador.



(Assinatura)

Nome do participante: Diocarla Oliveira Portugal