

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ABNER GILEAD ARAUJO GUEDES

**UMA SOLUÇÃO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DO
CONCEITO E APLICAÇÃO DA LÓGICA
DO PASTO SOBRE PASTO**

**Bagé
2024**

ABNER GILEAD ARAUJO GUEDES

**UMA SOLUÇÃO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DO
CONCEITO E APLICAÇÃO DA LÓGICA
DO PASTO SOBRE PASTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Érico Marcelo Hoff do Amaral
Co-orientador: Hélio Tonini

**Bagé
2024**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

G924u Guedes, Abner Gilead Araujo

Uma solução de ensino-aprendizagem do conceito e aplicação da lógica do pasto sobre pasto / Abner Gilead Araujo Guedes.

192 f.: il.

Orientador: Érico Marcelo Hoff do Amaral

Co-orientador: Hélio Tonini

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pampa, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2024.

1. Capacitação. 2. Gamificação. 3. Pasto sobre Pasto. 4. Jogos Sérios. 5. PSPEducar.
I. Título.

ABNER GILEAD ARAUJO GUEDES

UMA SOLUÇÃO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO E APLICAÇÃO DA LÓGICA DO PASTO SOBRE PASTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Computação Aplicada.

Dissertação defendida e aprovada em: 20 de fevereiro de 2024.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Érico Marcelo Hoff Do Amaral
Orientadora
(Unipampa)

Prof. Dr. Fabrício Herpich
(UFSC)

Prof. Dr. Edenir Luís Grimm
(IFFar)

Prof.^a Dr.^a Roseclea Duarte Medina
(UFSM)



Assinado eletronicamente por **ERICO MARCELO HOFF DO AMARAL, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/02/2024, às 17:10, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **EDENIR LUIS GRIMM, Usuário Externo**, em 20/02/2024, às 17:41, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Roseclea Duarte Medina, Usuário Externo**, em 20/02/2024, às 18:38, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Fabício Herpich, Usuário Externo**, em 21/02/2024, às 09:26, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1366783** e o código CRC **2C6BC4D9**.

Dedico este trabalho à minha filha Beatriz
Soares Guedes.

RESUMO

O processo de disseminação do conhecimento não é algo trivial, pois certos estímulos necessitam ser ativados para compreensão e fixação do conteúdo. O uso de elementos estáticos (textos ou imagens) para transmitir um simples conceito do mundo real pode-se tornar uma tarefa bastante árdua, já que ao se tentar descrever um modelo dinâmico com recursos estáticos, muitas informações são perdidas ou não percebidas. Para sanar esse problema, é preciso empregar diversos recursos multimídia e adotar ferramentas de ensino-aprendizagem que possibilitem a troca de informações, fornecendo melhores condições de transmissão e aquisição de conhecimento. A utilização da gamificação tem-se mostrado uma valiosa alternativa como ferramenta de capacitação para os mais diversos propósitos, de forma lúdica e atrativa apresentam ao jogador, conteúdo teórico e experiência prática. Este trabalho tem como objetivo geral, desenvolver uma solução gamificada baseada em metodologias de aprendizagem sobre a aplicação do conceito do Pasto sobre Pasto, que possibilita a transmissão e medição da aquisição de conhecimento do produtor rural, de maneira lúdica e acessível. Para tanto, com base no contexto do problema e na revisão bibliográfica sobre o tema foi realizada uma pesquisa sobre quais tecnologias e metodologias de ensino mais adequadas para este fim. Essa proposta foi intitulada como Pasto Sobre Pasto Educar - PSPEducar, na qual adotou uma arquitetura modular, possibilitando atualizações na plataforma ao longo do tempo. A gamificação é um ecossistema do tipo *standalone* e *singleplayer*, projetada tanto para dispositivos móveis quanto para *desktop*, usando como motor gráfico a Unity3D e as linguagens foram C# e PHP. Com a aplicação dos testes buscou-se garantir uma melhor qualidade da ferramenta, destinado à detecção e correção de erros, bem como melhorias de interface e usabilidade com estudantes. Para avaliação da gamificação proposta foi realizado um experimento com estudantes do ensino técnico em agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense. Foram realizadas análises estatísticas, coletando dados das ações e respostas dos estudantes através de um questionário. Por meio disso, foi apontado que a gamificação possui uma usabilidade e qualidade gráfica adequadas para o tema, bem como que a ferramenta de ensino-aprendizagem proporciona uma melhor compreensão e fixação da aplicação do conceito do Pasto sobre Pasto.

Palavras-chave: Capacitação. Gamificação. Pasto sobre Pasto. Jogos Sérios. PSPEducar.

ABSTRACT

The knowledge dissemination process is not trivial, as it depends on certain stimuli activated for content comprehension and fixation. Employing static elements (texts or images) to transmit a simple idea or real-world concept can become a rather challenging task because when describing a dynamic model using static resources, such information is not perceived or gets lost. In order to fix this problem, it is necessary to use different multimedia resources and teaching-learning tools that enable this information exchange, providing better conditions for transmitting and acquiring knowledge. Adopting gamification has proved a valuable alternative as a capability-building tool for various purposes because, playfully and attractively, this provides the player with both theoretical content and practical experience. This work aims to develop a gamified solution based on learning methodologies regarding the application of the Pasture on Pasture concept. This solution allows for the playful and accessible transmission and measurement of rural producers' knowledge acquisition. To this end, based on the problem context and literature review about the subject, research was carried out into which technologies and teaching methodologies were most suitable for this purpose. This proposal was called Pasture on Pasture Educating - PSPEducating, which adopted a modular architecture that makes it possible to update the platform over time. Gamification is a single-player and standalone ecosystem designed for mobile and desktop devices, using Unity3D as the game engine and programming languages were C# and PHP. Through the test application, it was tried to ensure better quality of the application, aimed at detecting and correcting errors in the gamification, as well as improving the interface and usability with students. In order to assess the proposed tool, an experiment was carried out with students from agricultural technical education at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Rio Grande do Sul. Statistical analyses were carried out based on data from students' actions and responses through a questionnaire. So, it was pointed out that the gamification has adequate usability and graphic quality for the subject, and it was also found that the teaching-learning tool provides a better comprehension and fixation of the Pasture on Pasture concept.

Keywords: Capacitation, Gamification, Pasture on Pasture, Serious Games, PSPEducating.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Modelo de Ensino para o desenvolvimento de Aprendizagem Significativa	32
Figura 2	Estrutura do modelo 4C/ID	34
Figura 3	Modelo Peer Instruction	36
Figura 4	Divisão básica de interesses	38
Figura 5	Fazenda 3D	42
Figura 6	Farming Simulator 20	43
Figura 7	SIMCOW	44
Figura 8	Farming Culture Virtual Display and Interactive Experience Platform	44
Figura 9	Tecnologias de Agricultura Inteligente - TAI	45
Figura 10	Divisão da Metodologia	48
Figura 11	Método Iterativo de Design de Games	49
Figura 12	Diagrama de Atividades das etapas da metodologia	51
Figura 13	Diagrama de Atividades das etapas do levantamento bibliográfico	53
Figura 14	Divisão do mercado global de <i>Game Engine</i>	55
Figura 15	Uso dos <i>game engines</i> pelos desenvolvedores	55
Figura 16	Modelo Híbrido de Ensino-Aprendizagem integrado com TIC para a Capacitação do Conceito do Pasto sobre Pasto.	58
Figura 17	Fluxo Scrum	59
Figura 18	Contextualização da Gamificação	60
Figura 19	Diagrama de Caso de Uso da Gamificação	61
Figura 20	Diagrama de Atividades - Grupo 1	63
Figura 21	Diagrama de Atividades - Grupo 2	64
Figura 22	Diagrama de Classes	65
Figura 23	Diagrama de Sequência do acesso pelo Menu Principal	66
Figura 24	Diagrama Objeto-Relacional	67
Figura 25	Menu Principal da Gamificação	68
Figura 26	Autenticação da Aplicação	71
Figura 27	Registro de Novo Usuário/Jogador	71
Figura 28	Menu Principal	72
Figura 29	Instruções da Gamificação	72
Figura 30	Opções de Configuração	73
Figura 31	Divisão da Capacitação	74
Figura 32	Opções de Capacitação	74
Figura 33	Modelo de Exercícios de Fixação com <i>feedback</i>	75
Figura 34	Material de Apoio através de <i>Links</i> Interno e Externo	76
Figura 35	Score e Ranking do jogador	76
Figura 36	Progressão e Tempo Esgotado	77
Figura 37	Erro e Acerto	78
Figura 38	Vitória sobre os Desafios	78
Figura 39	Questionário de <i>PlayTesting</i>	79
Figura 40	Tela de Créditos	79
Figura 41	PSPEducar Online	80
Figura 42	Administrativo <i>Web</i> e Estatísticas da aplicação	81
Figura 43	Gerenciamento de Eventos e Usuários	82
Figura 44	Diagrama da Arquitetura do Ecossistema Gamificado PSPEducar	83
Figura 45	Unity <i>Game Engine</i>	86
Figura 46	Método de Autenticação do Usuário	87

Figura 47	Método de Verificação de Resposta	88
Figura 48	Classe de Consulta do <i>Ranking</i> do Jogador	89
Figura 49	Ferramentas adotadas para o processo de implementação da PSPEducar....	91
Figura 50	Modelo em V dos Testes de <i>Software</i> aplicados na ferramenta	93
Figura 51	Instruções e configurações da ferramenta.....	96
Figura 52	Salvamento automático da progressão de atividades do módulo de capacitação.....	96
Figura 53	Funcionamento da classe <i>PlayerPrefs</i>	97
Figura 54	Sistema de salvamento automático	98
Figura 55	Desafios propostos pela gamificação	99
Figura 56	Teste de Instalação das versões em diferentes sistemas operacionais da ferramenta	101
Figura 57	Nível de experiência dos estudantes com jogos digitais.....	103
Figura 58	Resultado do questionário aplicado aos estudantes sobre a facilidade na execução das funcionalidades da gamificação PSPEducar	104
Figura 59	Resultado do questionário aplicado aos estudantes sobre a clareza dos objetivos de cada fase (A), da divisão dos conceitos em capacitação e aplicação (B) e da sensação de recompensa (C) do ecossistema PSPEducar, respectivamente.....	105
Figura 60	Uso de gamificações no ensino-aprendizagem de conteúdos e mecanismo de difusão da ferramenta.....	106
Figura 61	Desafios propostos e o quão eles auxiliam para o entendimento da lógica	107
Figura 62	Conhecimento relevante e outras mecânicas de desafios.....	108
Figura 63	Jogabilidade e Indutividade	109
Figura 64	Ações iniciais do uso da gamificação	110
Figura 65	Relevância da proposta, complexidade e dificuldade na ferramenta	112
Figura 66	Qualidade da Interface	113
Figura 67	Avaliação dos menus, indicadores e instruções gamificação.....	114
Figura 68	Condução do Experimento	117
Figura 69	Principais Testes	119
Figura 70	Média Geral por Grupo	120
Figura 71	Variação da pontuação e média	120
Figura 72	Distribuição normal dos dados do tempo para a capacitação da lógica do Pasto sobre Pasto.....	121
Figura 73	Diferentes Médias de Tempo da Capacitação Completa e dos Módulos de Capacitação	122
Figura 74	Distribuição Normal do Tempo dos Diferentes Módulos da Capacitação .	124
Figura 75	Médias de Tempo com Diferenças Significativas - Teste de Tukey	125
Figura 76	Rendimento dos Estudantes (Teste de Shapiro - Distribuição Normal)	126
Figura 77	Médias Sem Diferenças Significativas entre os Módulos de Capacitação	126
Figura 78	Rendimento por Módulo de Capacitação não segue uma Distribuição Normal	127
Figura 79	Distribuição do Conceito da Lógica e Uso do Conceito (teste t de Student)	127
Figura 80	Resultados do Grupo 1	129
Figura 81	Resultados do Subgrupo 2.1	130
Figura 82	Resultados do Subgrupo 2.2	131
Figura 83	Resultados do Subgrupo 2.3	132
Figura 84	Resultados do Subgrupo 2.4	133
Figura 85	Resultados do Subgrupo 2.8	135

Figura 86	Resultados do Subgrupo 2.9	135
Figura 87	Resultados do Grupo 3	137
Figura 88	Resultados do Grupo 4	138
Figura 89	Resultados do Grupo 5	139
Figura 90	Resultados do Grupo 6	139
Figura 91	Resultados do Grupo 7	140
Figura 92	Resultados do Grupo 8	140
Figura 93	Resultados do Grupo 9	141
Figura 94	Resultados do Grupo 10	142
Figura 95	Resultados do Grupo 11	142
Figura 96	Comportamento da distribuição das respostas	143
Figura 97	Rede de Correlação de Perguntas	146
Figura 98	Diagrama granulado do workflow do PSPEducar	160
Figura 99	Parte 1 - workflow do PSPEducar.....	161
Figura 100	Parte 2 - workflow do PSPEducar.....	161
Figura 101	Parte 3 - workflow do PSPEducar.....	162
Figura 102	Parte 4 - workflow do PSPEducar.....	162
Figura 103	Parte 5 - workflow do PSPEducar.....	163
Figura 104	Parte 6 - workflow do PSPEducar.....	164
Figura 105	Parte 7 - workflow do PSPEducar.....	164
Figura 106	Diagrama de Caso de Uso da Gamificação	187
Figura 107	Avaliações das funcionalidades da PSPEducar (1 - 10)	188
Figura 108	Avaliações das funcionalidades da PSPEducar (11 - 20)	189
Figura 109	Avaliações das funcionalidades da PSPEducar (21 - 28)	190
Figura 110	Resultados do Subgrupo 2.6	191
Figura 111	Resultados do Subgrupo 2.7	192

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Planejamento Forrageiro.....	28
Tabela 2	Definição dos elementos de jogos digitais em atividades gamificadas	39
Tabela 3	Diferenças entre sistemas e serviços de informações	40
Tabela 4	Benefícios da Gamificação	41
Tabela 5	Comparação dos Trabalhos Correlatos com o Modelo Desenvolvido	47
Tabela 6	Conjunto de funcionalidades	111
Tabela 7	Questionário de Avaliação de Grupos	118
Tabela 8	Questionário de Correlação	148

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
2.5D	Duas dimensões e meia ou Pseudo-3D
3D	Tridimensional
4C/ID	Four Component Instructional Design – 4C/ID
ACM	Association for Computing Machinery
API	Application Programming Interface
Apps	Application
Cel	Celular
DV	Vision Document
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FCVDIEP	Farming Culture Virtual Display and Interactive Experience Platform
GDD	Game Design Document
IA	Inteligência Artificial
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
Kg	Quilograma
Hab	Habitante
NPC	Non-Player Character
PI	Peer Instruction
RTS	Real-Time Simulation
SIMCOW	Simulated Cow
TAI	Tecnologias de Agricultura Inteligente
TAM	Technology Acceptance Model
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa

TDD	Technical Design Document
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação
UML	Unified Modeling Language
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
XP	Experience

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Problema de Pesquisa	17
1.2 Justificativa	18
1.3 Objetivos	20
1.4 Organização do texto	20
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Manejo das Pastagens	22
2.2 Pasto sobre Pasto	23
2.3 Vazio Forrageiro	24
2.3.1 Estratégias para minimização do Vazio Forrageiro	24
2.4 Consórcio/Mesclas forrageiras	26
2.5 Informática na Educação	29
2.5.1 Educação 3.0	29
2.5.2 Teorias de Aprendizagem	31
2.5.2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS	31
2.5.2.2 Four Component Instructional Design – 4C/ID	33
2.5.2.3 Peer Instruction – PI	34
2.6 Jogos e Gamificação	36
2.6.1 Elementos Básicos da Gamificação	38
2.6.2 Benefícios do uso da Gamificação	40
2.7 Trabalhos Correlatos	42
3 METODOLOGIA	48
3.1 Classificação e Organização da Metodologia	48
3.2 Revisão Sistemática de Literatura	53
3.2.1 Unity	54
3.3 Implementação do PSPEducador	56
3.3.1 Modelo Híbrido de Ensino-Aprendizagem integrado com as TIC	57
3.3.2 Modelo para Capacitação da Lógica do Pasto sobre Pasto	58
3.3.3 Modelagem da Gamificação PSPEducador	59
3.3.3.1 Tecnologias	67
3.3.3.2 PSPEducador - Capacitação Gamificada	70
3.3.4 Desenvolvimento da Gamificação PSPEducador	82
3.3.5 Conceito Central	82
3.3.6 Gênero	82
3.3.7 Arquitetura	83
3.3.8 Plataforma de Desenvolvimento	85
3.3.9 Linguagens de Desenvolvimento e Banco de Dados	86
3.3.9.1 Autenticação com Banco de Dados	86
3.3.9.2 Verifica a Resposta Correta	87
3.3.9.3 Carrega o <i>Ranking</i>	89
3.3.10 Problema Enfrentado	90
3.3.11 Testes	90
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	116
4.1 Avaliação da Gamificação	116
4.2 Experimento	116
4.3 Resultados e discussões	118
4.3.1 Análise dos dados	118
4.3.1.1 Teste de Nível de Conhecimento (TNC)	119

4.3.1.2	Tempo de realização da Capacitação	121
4.3.1.3	Teste de Aceitação da Gamificação pelos Jogadores (TAGJ)	125
4.3.2	Análise de Correlação de Dados	146
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
5.1	Trabalhos Futuros	151
	REFERÊNCIAS	152
6	APÊNDICE A - VISÃO GERAL DO ECOSISTEMA GAMIFICADO PSPEDUCAR	160
7	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE GRUPOS	165
8	APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE PLAYTESTING DO GRUPO DE VALIDAÇÃO.....	169
9	APÊNDICE D - DOCUMENTO DE REQUISITOS	184
9.1	Introdução	184
9.2	Requisitos funcionais	185
9.3	Requisitos não funcionais	186
9.4	Caso de Uso.....	187
10	APÊNDICE E - AVALIAÇÕES DAS FUNCIONALIDADES DO PSPEDUCAR	188
11	APÊNDICE F - SUBGRUPOS 2.6 E 2.7	191

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária como um todo, tem enfrentado constantes desafios, que vão desde a falta de chuvas até o combate de novas pragas ou doenças, que degradam tanto as plantas quanto os animais. Tais situações podem comprometer a produção de alimentos, fazendo com que haja uma escassez de produto no mercado. Mesmo em condições mais favoráveis, o produtor ainda tem de buscar novas técnicas ou estratégias, para aumentar a sua produção ou mitigar as suas perdas.

A carne bovina serve de alimento para a população e recentemente incorpora ao processo produtivo, a utilização de forrageiras de melhor qualidade para a formação de pastagens com qualidade nutricional servindo de alimento para o gado, aumentando a produtividade (MOREIRA, 2020).

Sabe-se que no Brasil cerca de 95% da carne bovina é produzida em regime de pastagens, cuja área total é de cerca de 167 milhões de hectares no país (EMBRAPA, 2015). Estima-se que cinco milhões de hectares sejam cultivados com pastagem de clima temperado no Brasil; no estado do RS, 76% dos pastos são formados por pastagens naturais e apenas 8% com pastagens cultivadas (COSTA et al., 2007).

A Região Sul em sua grande parte apresenta clima subtropical, que favorece a introdução de gramíneas e cultivares leguminosas adaptadas ao clima, como aveia, azevém e trevo, uma vez que gramíneas e forrageiras tropicais são semi-perenes nessa região (MASTELLA, 2017).

A produção pecuária enfrenta vários desafios constantes, dentre eles, um dos mais críticos é o vazio forrageiro. Os vazios forrageiros dizem respeito a períodos em que existem dificuldades de prover aos animais suprimentos de forragem de boa qualidade, capaz de atender seus requisitos nutricionais de forma econômica.

Silveira, Montardo e Santanna (2019) definem:

As causas para esses vazios vão desde a alteração ou variação de um ou mais fatores de crescimento para as plantas, como água, luz e temperatura durante parte do ano, até à presença das lavouras anuais de grãos nas áreas de pastagens, que podem provocar desequilíbrios entre a oferta e demanda de forragem ao longo do ano, passando pela não sobreposição de diferentes curvas de produção de forragem, principalmente nos períodos de transições entre estações do ano, pela baixa produtividade e/ou insuficiência na produção de forragem por erros de manejo e pela falta de planejamento forrageiro e incorporação do conhecimento disponível.

Dessa forma, esse fenômeno gera uma escassez de alimentos para o rebanho, o que obriga de certa forma ao produtor compensar essa carência alimentícia. Tal compensação gera um custo elevado, podendo dobrar no uso de silagem e feno, e se for trocada a pastagem por rações e derivados pode aumentar o custo em até seis vezes (ANTUNES, 2018).

Existem muitas alternativas para reduzir ou minimizar o vazio forrageiro, dentre elas, destaca-se a lógica do Pasto sobre Pasto. Um conjunto de práticas de manejo associadas ao uso de mais de uma espécie forrageira na mesma área, com ciclos e características complementares de produção, introduzidas sem a remoção de uma(s) para implantar outra(s), sobrepondo diversas curvas de produção de forragem (SILVEIRA, 2022). Essa lógica vêm sendo fortemente estudada, validada e disseminada pela Embrapa para técnicos e produtores.

No entanto, esses conceitos, metodologias, estratégias, técnicas, ações ou práticas, podem ser complexos ou difíceis de serem compreendidos e/ou difundidos por outras pessoas. Pois a disseminação desse conhecimento apenas por meio de textos e/ou fala, não garante que uma determinada pessoa possa entender ou reproduzir completamente essa experiência com sucesso.

Com base nisso, várias dificuldades podem ser apontadas pelo fato dessas estratégias acontecerem em tempos diferentes, dentre as quais se destacam a aplicação do conceito Pasto sobre Pasto, as dinâmicas de crescimento das diferentes forrageiras; as estratégias de manejo, esses são eventos que não acontecem ao mesmo tempo.

Para sanar essa deficiência, é possível utilizar diversos recursos multimídia, para conseguir adequadamente simular esses eventos de forma temporal, tanto individualmente quanto em grupo.

Dessa forma, quando um palestrante ministra uma palestra sobre um conceito mais complexo, e estiver contando apenas com recursos de texto, sequências estáticas de imagens capturadas em momentos distintos e a sua própria explanação, a tarefa pode se tornar árdua. Isso ocorre porque a escassez de recursos multimídia pode não garantir, adequadamente, a transmissão de informações claras, e a compreensão plena do seu significado por parte dos produtores rurais, alunos da área agro tanto de ensino médio (técnico) quanto ensino superior, além de visitantes (estudantes, extensionistas, técnicos e profissionais da área).

Assim, uma alternativa de solução para esse problema é se valer de ferramentas de ensino-aprendizagem que possibilitem/facilitem essa troca de informações e forneçam melhores condições de transmissão e solidificação do conhecimento proposto.

Para esse fim, foi desenvolvido um ecossistema gamificado, projetado para que seus conteúdos contenham elementos educacionais e positivos, cujo objetivo principal é a educação e treinamento em vez de exclusivamente entretenimento (MICHAEL; CHEN, 2005). Esse tipo de jogo proporciona um meio de disseminação do conhecimento de maneira atrativa, pois através de um processo lúdico transmite o conteúdo ao jogador.

Além disso, disponibilizar um ambiente de simulação que permita realizar treinamentos, manipulações ou transformações de uma maneira virtual, viável, segura e sem causar prejuízos, dá ao usuário maior confiança ao reproduzir essa experiência no mundo real.

Conforme Lemos et al. (2016), o jogo sério, visa dar apoio aos processos de ensino e aprendizagem, por meio do desenvolvimento de competências e de habilidades aos jogadores envolvidos no processo.

Este trabalho trata do desenvolvimento de um ecossistema gamificado de capacitação e simulação, que busca facilitar a compreensão da aplicação e conceito da lógica do Pasto sobre Pasto (conjunto de práticas desenvolvida pela Embrapa Pecuária Sul), bem como entender o processo de manejo do gado e as interações envolvidas por meio desse conceito, visando a redução do vazio forrageiro.

1.1 Problema de Pesquisa

Segundo Mascarenhas (2012), ao início de qualquer pesquisa científica é necessário a definição de um problema, este problema deve guiar a pesquisa objetivando encontrar uma resposta ou solução. Visto a dificuldade em transmitir informações, conhecimentos e/ou experiências de uma maneira clara e didática, buscou-se uma compreensão mais eficaz e segura pelos agentes multiplicadores. Assim, elencou-se o seguinte problema de pesquisa:

É possível desenvolver um ecossistema gamificado de capacitação, que seja capaz de facilitar a compreensão, aplicação e conceito da lógica do Pasto sobre Pasto; uma solução gamificada baseada em tecnologias interativas e metodologias de

aprendizagem, que permita visualizar as diferentes fases envolvidas na aplicação desses processos/práticas; além de difundir e medir a aquisição de conhecimento aos estudantes da área agropecuária e afins, de uma maneira lúdica e acessível?

1.2 Justificativa

No Brasil há cerca de 250,6 milhões de celulares com densidade de 116,32 cel/100 hab. Este dado demonstra uma ampla difusão e penetração da utilização de smartphones pela sociedade em geral para comunicação, consumindo uma variedade mídias diferentes, agenda, anotações, entre outros serviços. Já os tablets são direcionados ao consumo de mídia tanto de vídeos, texto ou jogos (ANATEL, 2018).

Assim, se justifica o desenvolvimento de uma solução móvel interativa de capacitação e simulação capaz de auxiliar a compreensão e aplicação do conceito Pasto sobre Pasto, que permita visualizar as diferentes fases envolvidas na aplicação desses processos/práticas; além de difundir e medir a aquisição de conhecimento aos produtores rurais e afins, de maneira lúdica, acessível e móvel.

Conforme Deterding e Khaled (2011), a gamificação abrange a utilização de componentes de design presentes em jogos, que estejam fora de contexto dos games visando incentivar, estimular a participação e manter o envolvimento do usuário. Por meio desses dispositivos busca-se uma maior abrangência do acesso, utilização e conforto no uso da ferramenta. A visto que a gamificação pode trazer várias vantagens no ensino e na educação 3.0 (BARRETO; BECKER; GHISLENI, 2019):

- Estimula a competição saudável - instiga a competição como dinâmica alternativa para resolver desafios, algo que faz parte do comportamento da nossa sociedade;
- Conquista Própria - auxilia na confiança dos alunos, a partir da soma e pontuação de cada uma de suas conquistas em atividades, aumentando o engajamento, ou seja, premiar de forma clara e imediata;
- Medir o Desempenho - muitos apps para gamificar possuem instrumentos que avaliam o desempenho dos alunos nas atividades realizadas;
- Acessibilidade - na gamificação, todos os discentes têm o mesmo acesso à recursos,

informações e oportunidades;

- Feedback - é possível o contato direto com os alunos, acompanhando-os nas ações e atividades, obtendo seus feedbacks sobre a metodologia; avaliar feedbacks positivos e negativos, diretamente atrelados às ações e decisões tomadas nos jogos, bem como ajuda a atribuir rápidos e constantes feedbacks na evolução e aprendizado das ações;
- Ensino Prático - colocando o aluno como protagonista das atividades, o ensino se torna prático e divertido para todos. Através disso, gera uma maior motivação com a meta/objetivo para atingir – pessoas se mostram mais motivadas quando têm conhecimento das metas que precisam ser atingidas.

Outros aspectos também podem ser destacados em relação aos benefícios que a gamificação apresenta:

1. possibilita uma evolução rápida e instiga a superação;
2. dependendo do formato e da proposta, incentiva o compartilhamento e a colaboração entre os membros da equipe participante;
3. retenção do conhecimento – por causa do envolvimento e melhor experiência, os colaboradores lembram os conceitos aplicados.

Com base nisso, pode-se então apresentar uma solução de ensino-aprendizagem lúdica sobre a aplicação do conceito Pasto sobre Pasto da Região do Pampa para produtores rurais e alunos do ensino médio/técnico e superior da área agropecuária.

Dessa forma, buscou-se desenvolver um ecossistema gamificado de capacitação que possa simular o consórcio de espécies forrageiras, o funcionamento dessas práticas e a avaliação do desempenho do produtor rural de acordo com a forma de manejo adotada. Ou seja, verifica o seu comportamento e indica informações para o aprimoramento do seu gerenciamento. Além disso, proporciona ao usuário uma ferramenta de ensino em forma de quiz, envolvendo imagens, animações, vídeos e texto.

Assim, este trabalho apresenta uma solução de capacitação lúdica (serious game) para que não só produtores, mas também técnicos, acadêmicos dos cursos de ciências agrárias possam entender e aplicar o conceito do Pasto sobre Pasto através de uma aplicação móvel, que possa avaliar e contribuir com o manejo do produtor rural.

1.3 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma solução gamificada baseada em metodologias de aprendizagem sobre a aplicação do conceito do Pasto sobre Pasto, que possibilita a transmissão e medição da aquisição de conhecimento do produtor rural, de maneira lúdica e acessível.

Para a realização deste objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Propor um modelo híbrido entre as metodologias de ensino a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS), o *Four Component Instructional Design* (4C/ID) e a *Peer Instruction* (PI), que mescle algumas das suas características;
- Desenvolver uma ferramenta de aquisição de conhecimento lúdica e acessível para o produtor rural;
- Identificar qual o desempenho alcançado pelo produtor, profissionais e acadêmicos da área agropecuária;
- Utilizar a solução como uma ferramenta de ensino-aprendizagem para acadêmicos da área agropecuária.

1.4 Organização do texto

O presente trabalho adota a seguinte estrutura organizacional. O Capítulo 1 apresenta uma introdução contendo a delimitação do assunto estudado, o problema da pesquisa, justificativa, objetivos e organização do texto. O Capítulo 2 traz os conceitos gerais e revisão de literatura, abordando os seguintes assuntos: Manejo de Pastagens, Pasto sobre Pasto, Vazio Forrageiro, Problemas causados pelo vazio forrageiro, Estratégias para minimizar o vazio forrageiro, Consórcio/Mesclas forrageiras, Manejo de pastagens consorciadas, Informática na Educação (Educação 3.0 e Teorias de aprendizagem), Jogos e Gamificação (Elementos básicos da Gamificação, Benefícios do uso da Gamificação e Unity) e Trabalhos Correlatos. No Capítulo 3 é descrita a metodologia da pesquisa, a classificação e organização da metodologia e levantamento

sistemático bibliográfico. Já Capítulo 4 apresenta a implementação do PSPEducar, um Modelo para Capacitação da Aplicação do Conceito do Pasto sobre Pasto, Avaliação e Testes. No Capítulo 5 são descritos os resultados e discussões obtidos através desse trabalho. O Capítulo 6 apresenta as conclusões desse trabalho e sugestões de trabalhos futuros.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo trata de temas relacionados ao que se propõem este trabalho, que deram suporte para o seu desenvolvimento. A estrutura deste estudo segue da seguinte maneira: no subcapítulo 2.1 são apresentados os conceitos relacionados ao Manejo de Pastagens; no subcapítulo 2.2 trata sobre o tema Pasto sobre Pasto; no subcapítulo 2.3 aborda o Vazio e as estratégias para minimizar o vazio forrageiro; o subcapítulo 2.4 trata de Consórcio/Mesclas forrageiras; no subcapítulo 2.5 fala da Informática na Educação são discutidas as Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas ao ensino, bem como o processo de ensino-aprendizagem e teorias de aprendizagem; no subcapítulo 2.6 discorre sobre Jogos e Gamificação, seus elementos básicos, benefícios do uso e as tecnologias aplicadas; no subcapítulo 2.7 são apresentados os trabalhos correlatos.

2.1 Manejo das Pastagens

De acordo com Silva (2004), o manejo de pastagens consiste em um conjunto de estratégias e técnicas aplicadas com o propósito de otimizar tanto do ponto de vista biológico quanto econômico a longo prazo. Já para (ALVIM, 2005) pode ser definida, como um conjunto de procedimentos com o intuito de obter uma maior quantidade de carne e leite do rebanho em uma determinada área, sem comprometer o desenvolvimento da forrageira e a qualidade do solo.

Nesse contexto, entre os objetivos do manejo de pastagem, destacam-se a manutenção da produção constante de gramíneas por unidade de área, a preservação da qualidade do solo, a garantia de uma oferta consistente de alimento com qualidade nutricional e em quantidade para os animais ao longo do ano, e a prevenção da degradação das pastagens.

Contudo, é preciso considerar que as pastagens são ecossistemas complexos e dinâmicos (SILVA, 2004), pois decorrem das inter-relações existentes entre a planta, o animal, o solo e o clima, em que cada componente é afetado pelos outros componentes. Segundo Santos (2011), os aspectos ecológicos desempenham um papel fundamental no crescimento e uso das plantas, abrangendo os fatores climáticos ou ambientais, bem como a influência das próprias plantas, dos animais e dos organismos decompositores. Além

disso, é importante compreender os efeitos e as interações entre cada um desses fatores para otimizar o uso eficiente dos recursos naturais.

Até o final dos anos 90, o foco principal estava na preocupação com a produção de dados, os quais expressavam o potencial produtivo das espécies e cultivares. No entanto, desde o início do século XXI, os avanços significativos na pesquisa científica têm se concentrado, sobretudo, na busca por uma compreensão mais profunda dos processos (CARVALHO; MORAES, 2005).

Portanto, a dinâmica do pasto passa a ser abordada em outro nível de análise e detalhamento mais profundo, essencial para formulação de critérios de controle em um ambiente experimental como de estratégias de manejo de pastagens em sistemas de produção. Fatores como o uso de plantas forrageiras, adubação e/ou irrigação em pastagens, por exemplo, devem ser considerados dentro desse contexto sistêmico. Além disso, a adoção de técnicas ou estratégias de manejo em pontos isolados do sistema dificilmente resultarão em mudanças significativas na eficiência global final do processo produtivo (MOLAN, 2004).

A partir deste contexto, é preciso compreender as respostas das plantas, as variações do meio, impostas por técnicas de manejo, por exemplo, a presença do animal só poderá ser efetiva se informações pertinentes sobre a planta forem geradas e analisadas de forma cuidadosa e criteriosa.

Vários fatores influenciam o desenvolvimento das gramíneas, tais como condições do solo, de adubação de base com Nitrogênio, Fósforo e Potássio, acidez, umidade, radiação solar e temperatura (SALLES; CORBAL, 2019). Além disso, o manejo inadequado pode degradar altamente a espécie forrageira, é preciso conhecer informações que afetam o desenvolvimento da planta, e o manejador deve adotar práticas e realizações que favoreçam o crescimento e desenvolvimento da cultivar, como por exemplo, respeitar as alturas de entrada e saída do pastejar dos animais para cada espécie empregada.

2.2 Pasto sobre Pasto

Segundo (SILVEIRA; MONTARDO; SANTANNA, 2019), o conceito de Pasto sobre pasto se refere a um conjunto de práticas de manejo associadas ao uso de mais de uma espécie forrageira na mesma área (mesclas / consórcios), com ciclos e

características complementares de produção, sendo introduzidas sem a remoção de uma(s) para implantar outra(s), sobrepondo assim, diversas curvas de produção de forragem.

A competitividade pode ser amenizada com adoção de práticas culturais, como a época de consorciação e o arranjo espacial de plantas (PORTES; CARVALHO; KLUTHCOUSKI, 2003). Enquanto uma planta forrageira está sendo consumida, outra estará em crescimento. Assim, quando a primeira estiver acabando, a segunda estará pronta para ser manejada e utilizada pelos animais em pastejo.

2.3 Vazio Forrageiro

O vazio forrageiro é a baixa disponibilidade de pastagens, ou seja, a escassez de pastagem tanto das espécies de forragem de outono quanto de primavera, gerando com isso, queda no peso dos animais, redução reprodutiva e de produção.

O vazio forrageiro é o período em que as cultivares de verão findam e as cultivares de inverno ainda não estão prontas para consumo, tal fenômeno se dá principalmente na transição entre ciclos de forragens tanto estivais para hibernais quanto hibernais para estivais, ou seja, transição entre as estações quentes e frias do ano, por conta da baixa oferta de pastagem (EMBRAPA, 2020).

O período mais sensível para a produção pecuária ocorre durante os meses de março a junho. Esse período comumente denominado de vazio outonal, caracterizado pela transição entre o término da pastagem de verão e o início do estabelecimento das pastagens de inverno.

O mesmo acontece quando as pastagens de inverno fecham seu ciclo de produção e as pastagens de verão ainda estão sendo implantadas, ou seja, é a caracterização da sazonalidade produtiva das pastagens que pode estar associada tanto às condições climáticas, quanto ao ciclo de crescimento das espécies forrageiras (ANTUNES, 2018).

2.3.1 Estratégias para minimização do Vazio Forrageiro

Há estratégias que visam a minimização dos efeitos colaterais do vazio forrageiro, que obriga de certa forma ao produtor compensar essa carência alimentícia, entretanto,

tal compensação gera um custo bastante grande, podendo dobrar no uso de silagem, pré-secado e feno, e se for trocada a pastagem por rações e derivados pode aumentar o custo em até seis vezes (ANTUNES, 2018).

Ainda para Antunes (2018), são apresentadas algumas estratégias visando mitigar os efeitos do vazio forrageiro na receita do produtor:

- Diferimento de forrageiras perenes de verão: consiste em retirar os animais do pasto e acumular forragem para o período adverso. O excedente de gramíneas forrageiras, como a bermuda (Tifton), o capim colômbio (variedades Aruana, Áries, Massai, Tanzânia, Tamani) e diversas espécies de braquiárias (incluindo Marandu, Xaraés e Piatã), capim elefante anão (BRS Kurumi) pode ser manejada (roçar, adubar, irrigar) para acumular forragem para o outono. Entretanto, essa estratégia não é tão utilizada na região sul com esse fim e com essas forrageiras. No sul, o diferimento se presta mais a permitir a ressemeadura natural, principalmente de áreas com campo nativo;
- Áreas liberadas cedo (janeiro/fevereiro) provenientes de colheita de grãos de feijão, milho silagem, pastagem de sorgos e milheto degradadas: recomenda-se a semeadura de milheto, sorgos, capim-sudão e até mesmo milho grão em alta densidade, que pode variar de 150 mil a 300 mil plantas por hectare, o que equivale a uma quantidade superior a 50 kg/ha de grãos recém-colhidos. Essas culturas visam proporcionar forragem para o gado, seja por meio de alimentação no cocho ou por meio do pastejo;
- Como medida de longo prazo, sugere-se perenizar áreas de pastagens perenes, utilizando gramíneas de inverno como o azevém e festuca, que são consorciadas com trevo-branco, trevo-vermelho e cornichão. No entanto, é importante observar que essa prática tem a capacidade de realizar o cultivo de culturas como soja e milho na mesma área, o que é uma limitação em comparação com o que acontece nas áreas de Tifton e outras forrageiras perenes de verão;
- Antecipação de semeadura de espécies anuais de inverno: podem ser utilizadas várias espécies como aveias, centeio, triticale, cevada e trigo, que, semeadas logo após a colheita de verão, podem produzir forragem durante todo o outono e inverno. Um exemplo é o trigo BRS Pastoreio, que pode ser semeado em março-abril,

servindo como pastagem para o outono e parte do inverno, além da possibilidade de manejo da cultivar para colheita de grãos ou para silagem. A silagem pode ser desde pré-secada, de planta inteiro ou até de grãos úmidos. A silagem a partir de espécies de inverno pode substituir parcialmente a silagem de milho, em geral apresentando teor de proteína superior ao milho e ao sorgo; O conceito está baseado na diversificação da forma de uso buscando a complementariedade dos ciclos de produção de materiais forrageiros de estação fria e de estação quente no caso do Sul do Brasil, associado a estratégias de manejo específicas para as mesclas utilizadas. Sendo assim, é preciso atentar aos seguintes pontos: 1) Conhecer as condições de clima e solo da região; 2) Conhecer as características das diferentes forrageiras; 3) Manejo estratégico de uso do pasto com as mesclas forrageiras ao longo do ciclo e nos períodos de transição; 4) Implantação de espécies sem uso de dessecação e sem revolvimento do solo; 5) Quando se trabalha a rotação com lavoura de grãos, há necessidade de se usar herbicidas dessecantes; 6) Nutrição adequada e direcionada a fim de suprir as necessidades de nutrientes para o desenvolvimento de todas as espécies envolvidas nas mesclas (SILVEIRA, 2022).

2.4 Consórcio/Mesclas forrageiras

A qualidade das pastagens desempenha um papel fundamental no Brasil, afetando diretamente a produtividade do gado em pastejo. As plantas forrageiras são fontes de energia fornecendo proteínas, minerais e vitaminas aos animais.

De acordo com Teixeira e Andrade (2001), destaca-se a importância das gramíneas como as principais fontes de nutrientes para ruminantes. As forragens além de contribuírem pelo fornecimento de fibras, também garantem prover proteínas e energia essenciais nas dietas bovinas, favorecendo a mastigação, ruminação e saúde do rúmen. No que se refere a elaboração de dietas para bovinos, a avaliação da qualidade deve ser priorizada, bem como a quantidade das forragens, visto que esse é o primeiro aspecto a ser considerado no atendimento das exigências nutricionais e da ingestão de fibra (SANTOS, 2011).

A ideia por trás do uso do consórcio de forrageiras é mesclar espécies forrageiras que convivam de forma simbiótica e não competindo pelo meio, permitindo através disso,

um maior tempo de fonte alimentar para o consumo animal durante o ano, ou seja, reduzindo os períodos do vazio forrageiro.

Segundo Silveira, Montardo e Santanna (2019) a Tabela 1, planejamento forrageiro apresenta uma relação de possíveis forrageiras para o uso das mesclas forrageiras. Pode-se verificar nesta tabela, que através do manejo adequado do solo, contendo múltiplas espécies forrageiras que convivem de maneira simbiótica, é possível minimizar drasticamente, o período do vazio forrageiro, observando de maneira congruente, as alturas de entrada e saída do gado sobre a pastagem. Contudo é importante destacar, que as combinações entre plantas a formar a mescla podem ser as mais diversas. Logo, condições de solo, clima e demanda de cada sistema de produção é que irão contribuir para a definição de quais plantas vão compor a mescla ou consórcio.

2.5 Informática na Educação

A Informática trouxe várias possibilidades e facilidades, que passam do acesso à informação mais fácil, compartilhamento de arquivos, *groupwares*, uso de meios e recursos digitais disponíveis até novas formas de produzir, disseminar, atualizar, transformar e reproduzir o conhecimento. Contudo, não é apenas informatizar o ensino, mas sim, utilizar essas tecnologias como recursos didáticos.

A incorporação da Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC ao processo educacional requer a participação ativa do professor, que se atuar isoladamente não resultará um impacto significativo. É fundamental que haja a participação ativa e o respaldo da comunidade como um todo na promoção de uma visão compartilhada de ação voltada para os propósitos delineados no plano educacional da instituição de ensino. Esse plano, construído de forma colaborativa, deve ser objeto de constante revisão, atualização e adaptação, levando em consideração as necessidades emergentes (ALMEIDA; ALMEIDA, 1998).

2.5.1 Educação 3.0

Para Lengel (2017) é crucial que os alunos desenvolvam competências para resolução de problemas e a capacidade de trabalhar colaborativamente. Além disso, é fundamental que demonstrem um alto grau de engajamento e tenham habilidade de se comunicar, especialmente por meio das Tecnologias da Informação e Comunicação, bem como estejam abertos a processos contínuos de aprendizagem e sejam capazes de aplicar sua criatividade de maneira produtiva.

Para se adequar ao novo perfil dos estudantes, é fundamental que as instituições de ensino e seus professores estejam em conformidade com as abordagens de ensino-aprendizagem e com TICs que possam aprimorar essa relação. Segundo Wiley (2009), estamos num mundo “digital, móvel, conectado, personalizado, de criações e aberto”, e neste, os avanços tecnológicos são impulsionados, possibilitando o acesso ao desenvolvimento de conhecimentos e oferecendo diversas possibilidades para aquisição e construção do aprendizado. Além disso, esse ambiente promove a habilidade crítica e estimula a promoção de reflexões.

A ampla difusão e a integração das TICs têm proporcionado o desenvolvimento de uma cultura que promove a utilização das mídias, essa estrutura social estabelece um modelo baseado em um paradigma digital, que direciona as atividades relacionadas ao pensamento, criação, produção, comunicação e aprendizado (ALMEIDA; SILVA, 2011).

É possível inferir que a acessibilidade às informações e ao conhecimento proporcionada pela *web* teve impactos significativos tanto no ensino quanto no mercado de trabalho de forma geral. Agora, há uma exigência que os indivíduos possuam a capacidade de aprender de maneira autônoma e contínua.

Contudo para Barreto, Becker e Ghisleni (2019), este fenômeno vai além de uma simples reformulação do sistema de ensino, claramente, reflete uma transformação na metodologia de ensino, dos conteúdos pedagógicos ministrados e nos recursos didáticos empregados em sala de aula. Essas mudanças são decorrentes de uma rápida e crescente modernização social, digital e global. A Educação 3.0 pode ser descrita de acordo com alguns componentes, tais como, o acompanhamento virtual aos estudantes, a coevolução concomitante tanto do discente quanto do docente no âmbito tecnológico, a realização de avaliações por meio de plataformas digitais e a incorporação de diversas outras TICs no cotidiano da sala de aula.

Ainda para Barreto, Becker e Ghisleni (2019), essa abordagem concede ao discente uma maior fluidez pelas áreas do conhecimento, proporcionando autonomia ao estudante. Isso implica, que o professor abandone a posição de superioridade tradicional e adotando uma postura de igualdade na interação com os discentes, ou seja, os alunos são colocados no centro de seu próprio processo de aprendizagem, capacitando-os a desempenhar papéis adaptados às suas habilidades e interesses individuais.

Para Menezes (2016), as estratégias de ensino tradicionais frequentemente enfatizam a mera transmissão de conhecimento. Embora essas estratégias possam ser eficazes na realização de certos objetivos predefinidos, é importante que o discente desempenhe um papel mais ativo para o desenvolvimento de competências. Essas habilidades podem ser mitigadas através do uso de ferramentas gamificadas. Portanto, é plausível concluir que esse modelo de ensino oferece aos estudantes uma oportunidade de autoconhecimento, incorporando elementos de jogos com o propósito de promover o engajamento dos discentes e facilitar a consecução de metas específicas.

2.5.2 Teorias de Aprendizagem

Há muitos trabalhos que apresentam novas propostas de métodos de ensino. Segundo Jaques et al. (2002), esses estudos buscam, além de um alcance maior para as pessoas que por algum motivo não podem frequentar um ensino presencial, tornar esses ambientes mais eficazes. De acordo com Costa et al. (2007), com o avanço tecnológico propiciou a inclusão de sistemas computacionais no auxílio ao processo de aprendizagem como uma ferramenta adicional ou até mesmo, em alguns casos, como o próprio instrumento para a compreensão de conteúdos instrucionais.

2.5.2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS

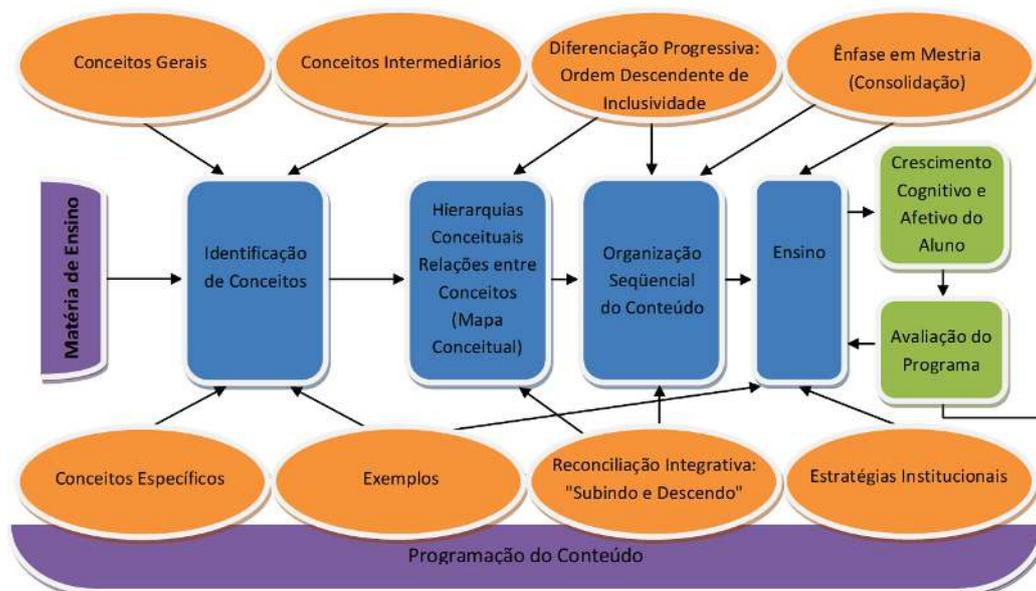
Segundo Ausubel (1982), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conteúdo é relacionado e integrado ao conhecimento prévio do aluno, ou seja, quando o novo conhecimento é conectado a conceitos, ideias ou experiências já existentes em sua estrutura cognitiva. Quando o aluno é capaz de estabelecer essas conexões significativas, o novo conhecimento é mais fácil de ser assimilado, compreendido e retido, tornando a aprendizagem mais efetiva e duradoura. Ou seja, o educando deve captar e entender o que aprendeu e saber definir o que está aprendendo (LUCENA; SILVA; GUIMARÃES, 2019).

Conforme destacado por Moreira (2017), a aprendizagem significativa se concretiza no momento em que os conceitos ou ideias representados de forma simbólica estabelecem uma interação substancial e não arbitrária com o conhecimento prévio do estudante. Ainda para Moreira (2017), a expressão "substantiva" denota um conhecimento não literal e não arbitrária que se refere a um conhecimento relevante preexistente na estrutura cognitiva do indivíduo em processo de aprendizagem, identificado por Ausubel (1982), como "subsunção" ou "ideia-âncora".

Assim para Lucena, Silva e Guimarães (2019), a aprendizagem significativa requer duas condições essenciais: 1) é fundamental que o aluno demonstre iniciativa e interesse genuíno em aprender. Se o estudante apenas se limitar a memorizar o conteúdo apresentado, a aprendizagem será superficial e mecânica; 2) o conteúdo abordado deve ser relevante e coerente, possibilitando que cada aluno construa significados a partir de suas próprias experiências e conhecimentos prévios. Nesse sentido, a aprendizagem será mais efetiva quando o aluno encontra sentido e conexão com o que está sendo ensinado.

Segundo Farias (2022), os quatro aspectos, que norteiam o planejamento de instrumentos que facilitem a aprendizagem significativa são: a organização e integração dos conceitos e proposições unificadoras dentro de uma determinada disciplina, bem como a coordenação e integração do assunto em diferentes níveis; utilização de princípios programáticos adequados para ordenar a sequência do assunto, garantindo uma estrutura lógica e coerente no processo de ensino-aprendizagem; a organização sequencial está diretamente ligada à disposição ordenada das ideias fundamentais da disciplina, garantindo uma sequência lógica e coerente de conteúdos; a consolidação está relacionada à solidificação do que está sendo estudado, assegurando que o material de ensino seja compreendido de forma abrangente e que a aprendizagem seja bem-sucedida e duradoura. A Figura 1 apresenta o modelo de desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Figura 1 – Modelo de Ensino para o desenvolvimento de Aprendizagem Significativa



Fonte: Moreira e Masini (2001)

Ainda de acordo com Ausubel (1982), os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) são:

- **Conhecimento prévio:** O conhecimento prévio do aluno é a base para a construção de novos significados;
- **Relevância:** O novo conteúdo deve ser relevante e significativo para o aluno, ou seja, deve ser aplicável à sua vida, experiências e interesses;

- **Organização:** O novo conhecimento deve ser organizado de maneira clara e coerente, facilitando sua assimilação e integração com o conhecimento existente;
- **Aprendizagem ativa:** A aprendizagem significativa é um processo ativo, em que o aluno participa ativamente na construção de significados, buscando relacionar o novo conhecimento com o que já sabe;
- **Ensino como facilitador:** O papel do professor é facilitar o processo de aprendizagem, criando ambientes propícios para a construção de significados, fornecendo feedback e estimulando a reflexão.

2.5.2.2 Four Component Instructional Design – 4C/ID

Segundo Merriënboer e Kester (2005), a forma de aprender nesse modelo é praticando, isto é, fazendo exercícios, ou seja, a demonstração dos conceitos e sua aplicação são integradas. Inicialmente, cada exercício oferece bastante suporte para sua realização e progressivamente, essa assistência vai sendo reduzida, até que finalmente, o aluno ter de resolver a tarefa sem mais ajuda.

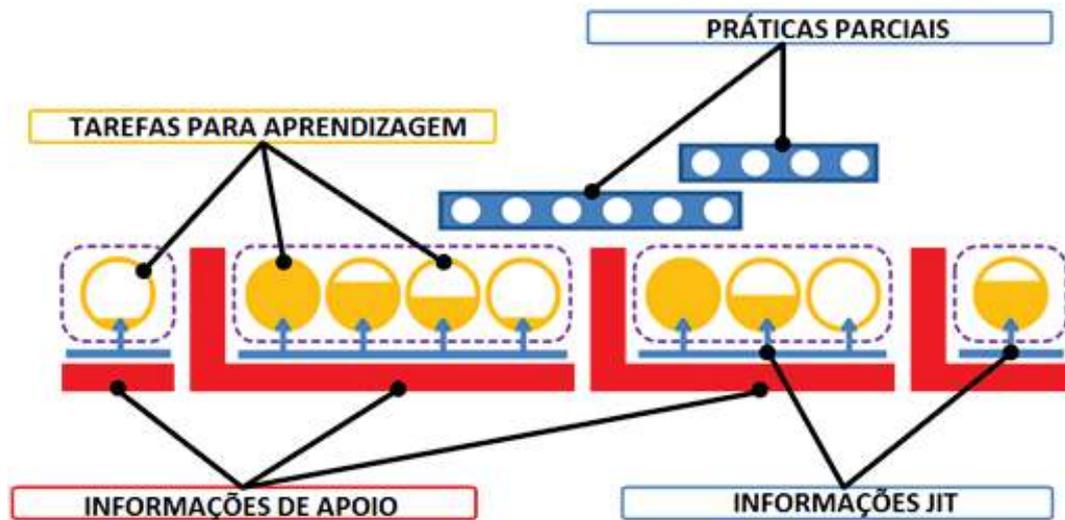
Ainda para Merriënboer e Kester (2005), o conhecimento humano é estruturado na memória e dividida em duas partes: a memória de trabalho e memória de longa duração. As informações recém-adquiridas são submetidas a um processamento na memória de curta duração ou de trabalho, a fim de transforma-las em conhecimentos e habilidade na memória de longa duração. Entretanto, a memória de trabalho apresenta uma capacidade de armazenamento bastante limitada, permitindo a retenção de um número reduzido de elementos ou informações.

A memória de longa duração pode auxiliar na redução dessa limitação se as novas informações conseguirem ser relacionadas com o conhecimento dominado. A instrução é o resultado das transformações que acontecem na memória de trabalho integrada à de longa duração.

Dessa forma, esse modelo vai paulatinamente reduzindo a sobrecarga cognitiva, ou seja, essa redução acontece quando há o máximo de ajuda necessária para que o estudante compreenda um novo assunto, isto é, menos informações sendo transferidas da memória de longa duração. Conforme Merriënboer e Kester (2005), é necessário dividir em pequenas partes o assunto pretendido ensinar ao aluno. Assim, essas partes precisam

ter um objetivo único e relacionadas às partes anteriores, criando uma sequência do mais simples, fundamental ou concreto, para o mais complexo, composto ou abstrato. A Figura 2 apresenta a estrutura nos quatro componentes do modelo 4C/ID.

Figura 2 – Estrutura do modelo 4C/ID



Fonte: Merriënboer e Kester (2005)

A ideia por trás do 4C/ID é uma escassez progressiva de informações de apoio, na qual é apresentado um conteúdo, de uma maneira segmentada, entretanto, rico em informações; logo depois da sua explanação é aplicado exercícios ou práticas parciais, que disponibilizam várias dicas e informações de como executar a tarefa, bem como facilitando o acesso ao conteúdo para consulta. Além disso, utiliza as informações JIT (*Just-in-Time*), que referem-se a fornecer informações específicas no exato momento em que são necessárias para realizar uma tarefa ou parte de uma determinada tarefa. Mas avançando nos exercícios, o material de apoio é progressivamente suprimido, forçando com que o discente fixe o conhecimento e possa resolver as práticas de maneira independente.

2.5.2.3 Peer Instruction – PI

A metodologia Peer Instruction - PI tem como principal objetivo promover maior interatividade durante as aulas, distanciando-se assim do ensino tradicional, no qual os alunos, em geral, são totalmente passivos em sala de aula. Uma das ideias centrais do método é fazer com que os alunos interajam entre si ao longo das aulas, ensinando uns aos

outros os conceitos estudados e tentando aplicá-los na solução das questões conceituais apresentadas pelo professor. Com isso, o método tenta ao máximo envolver ativamente os alunos na sua própria aprendizagem através de apresentações curtas dos pontos-chaves (JR.; LOPES, 2021).

De acordo com Araujo e Mazur (2013), Crouch (2007), esse modelo pode ser dividido em 8 etapas durante a aula: as 2 etapas iniciais, a apresentação do conteúdo e questão conceitual devendo ser de múltipla escolha. A terceira etapa, os alunos responderão à questão conceitual, escolhendo uma das alternativas, funcionando como uma espécie de votação.

Já a quarta etapa trata da verificação do percentual de acertos. Se o total de acertos estiver entre 30% a 70%, na próxima etapa 6 do método, é onde ocorrerá a discussão com os pares, os participantes são encorajados a formarem pequenos grupos compostos por 2 a 5 membros, de preferência aqueles que tenham escolhido alternativas distintas em relação a sua. Após a discussão com os pares pode ser feita uma nova votação (etapa 7), a tendência, segundo o autor do método, é ter porcentagens maiores de acertos.

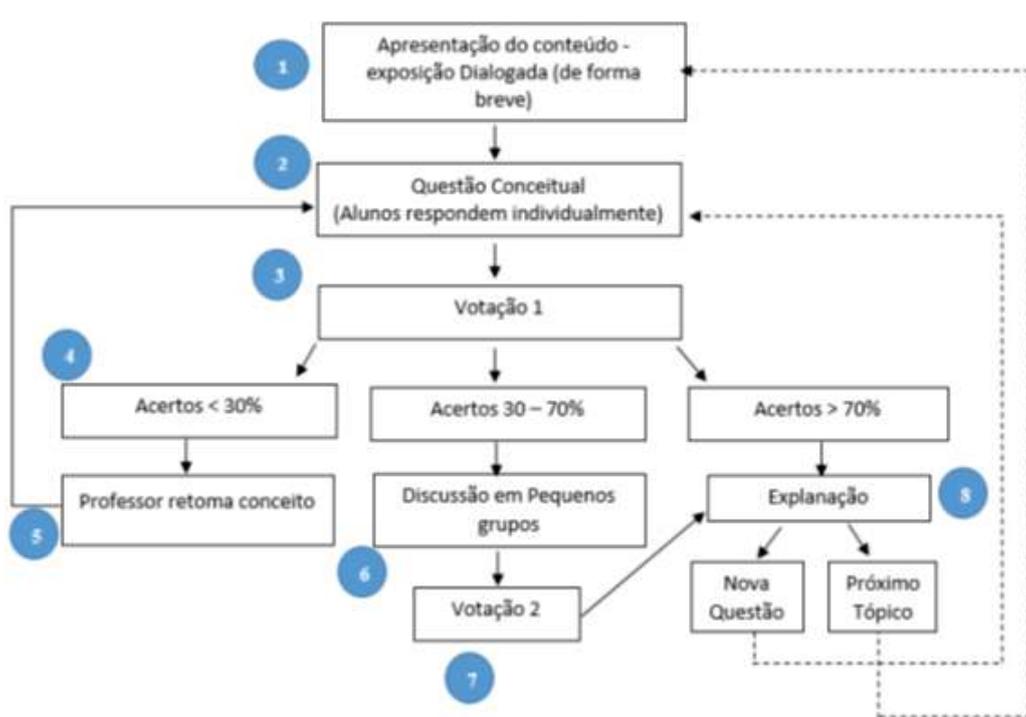
Sobretudo, será a partir dessas aparentes divergências que acontecerá uma discussão construtiva sobre o conceito estudado, de modo que cada aluno irá tentar convencer o outro da sua resposta. Caso o percentual na etapa 4 fique menor que 30%, ocorrerá o momento 5 em que o professor retoma o conceito, podendo voltar ao início.

No entanto, se for superior aos 70%, o processo é finalizando com uma explanação (etapa 8) e com isso, o ciclo (etapa 1) é reiniciado com um próximo conceito ou uma outra questão do mesmo conteúdo em que se está trabalhando.

Conforme Watkins e Mazur (2013), a metodologia Peer Instruction (PI) proporciona aos estudantes a oportunidade de aprimorar suas habilidades na elaboração de argumentos consistentes, independentemente do tópico de estudo, e, de maneira significativa, fortalece o processo de construção do conhecimento por meio de discussões. A Figura 3, apresenta a estrutura do modelo *Peer Instruction*.

Essa metodologia trata de estabelecer crivos de progressão, ou seja, apresenta o conteúdo e aplica-se uma atividade sobre o tema proposto. Os discentes devem responder individualmente, se for alcançado uma nota igual ou acima da média (> 70%), haverá uma explanação sobre esse item e o aluno passa para uma nova questão ou tópico, caso o aluno não atingir a suficiência, ou seja, os acertos forem menores do que a média estabelecida

Figura 3 – Modelo Peer Instruction



Fonte: Araujo e Mazur (2013)

(< 30%), o professor retoma o conceito e volta o ciclo.

2.6 Jogos e Gamificação

Conforme Fountas et al. (2019), a gamificação é uma abordagem utilizada para treinar profissionais e tem demonstrado potencial para melhorar aspectos como as empresas fornecem treinamento para os seus funcionários e se comunicam, bem como se engajam com os seus consumidores, aumentando o conhecimento e a fidelidade entre clientes, parceiros e outros stakeholders.

A aprendizagem baseada em jogos tem demonstrado eficácia na absorção de conceitos e procedimentos complexos e práticos, particularmente no campo, em que os trabalhadores têm que aprender a usar equipamentos caros e/ou tecnologicamente complexos, tais como Tecnologias Agrícolas Inteligentes.

A aprendizagem baseada em jogos aumenta o interesse do usuário, enquanto torna o processo de treinamento mais agradável, memorável e eficaz com base em uma experiência envolvente e um ambiente seguro a falhas.

O termo “gamificação” (*gamification*) significa a aplicação de elementos utilizados no desenvolvimento de jogos eletrônicos, tais como estética, mecânica e dinâmica, em outros contextos não relacionados a jogos (KAPP, 2012), para engajar pessoas, melhorar a ação motivacional, promover aprendizagem e resolver problemas.

A gamificação é o processo pelo qual a aplicação de elementos de projeto de jogos para um contexto não gamificado ou sem jogo, visando melhorar a experiência do usuário e, eventualmente, motivar a participação de voluntários. Ou seja, a gamificação, comumente, envolve o uso de projeto de jogos como meio de invocar experiências similares aos jogos e afeta ainda mais o comportamento humano (VESA et al., 2016).

Essa característica que, normalmente, aparece em jogos é adaptada para um contexto distinto, geralmente, usada para motivar ou tornar uma tarefa mais agradável.

Neste caso, pode ser aplicado no ensino-aprendizagem ou na capacitação do uso do método Pasto sobre Pasto, onde ensina como realizar o manejo do uso de mesclas de forragens, ou seja, como manter uma pastagem empregando duas ou mais culturas de forma simbiótica, acompanhamento das alturas de entrada e saída do gado e a permanência dos animais no solo.

Assim, é possível desenvolver uma aplicação que vise apresentar os conceitos do Pasto sobre Pasto, vazio forrageiro e as técnicas para minimização do vazio, avaliando o aprendizado do usuário e disponibilizando um simulador, que avalie como o usuário gerencia uma determinada área, cultivando determinadas forragens e manejando o gado sobre a pastagem.

Segundo Nuritha, Widartha e Bukhori (2017), é um conceito inovador de direcionar e influenciar a adoção pelo usuário final baseada nos conceitos de mecânica de jogo e computação social. Além disso, adicionar recursos de gamificação em projetos pode aumentar o entretenimento dos seus colaboradores, bem como estimular a competição entre eles. E nas estratégias de gamificação, os conceitos são usados para melhorar a retenção, atenção e interação entre usuários finais e aplicativos.

De acordo com Llorens-Largo et al. (2016), a gamificação pode ser implementada em uma aplicação *web* a fim de melhorar a motivação, concentração, esforço, lealdade e outros valores positivos comuns para todos os usuários. A Figura 4, apresenta os elementos básicos de interesse.

Ainda para Koivisto e Hamaria (2019), o projeto de gamificação consiste em

Figura 4 – Divisão básica de interesses



Fonte: Huotari e Hamari (2017)

reconhecimentos ou oportunidades que se baseiam no projeto de jogos e as interações que são comuns em jogos.

2.6.1 Elementos Básicos da Gamificação

Há vários componentes que são tratados como elementos de jogos digitais, entretanto, nessa seção serão apresentados aqueles que são considerados mais significativos no contexto educacional e mais adequados no desenvolvimento das práticas pedagógicas. A Tabela 2 de acordo com Martins e Giraffa (2015) e Deterding e Khaled (2011), apresenta a definição dos elementos de jogos digitais em atividades gamificadas, destaca esses elementos.

Contudo, fica evidente, que não é apenas inserir esses elementos de um modo como eram utilizados nas práticas antigas, e sim, são necessárias novas práticas com novos mecanismos relacionados ao tema, enredo, objetivo e missão do jogo. Entretanto, tal prática não é uma tarefa trivial, que será construída de um jeito rápido. Esses processos devem ser muito bem estudados, analisados e testados para que se possa efetivamente, ter o resultado esperado.

Assim, o desenvolvimento de um artefato de TI deve combinar além de pessoas, também, elementos de jogos, para que se possa gerar uma motivação tanto intrínseca quanto extrínseca sobre o usuário, estimulando-o às tarefas e atividades realizadas por meio desse serviço de informações gamificado.

Segundo Miozzo (2015), um serviço de informações gamificado deve prover ao seu usuário uma experiência interativa com a marca e os elementos a ela relacionados, permitindo ao consumidor acessar, produzir e compartilhar conteúdo útil relacionado à produção agrícola, tais como informações técnicas sobre máquinas agrícolas, boas

Tabela 2 – Definição dos elementos de jogos digitais em atividades gamificadas

<i>Elemento</i>	<i>Definição</i>
Missão	Configura-se como a meta apresentada para justificar a realização da atividade como um todo. É ampla e está diretamente relacionada ao enredo. A conclusão de todos os níveis/desafios leva ao fim da atividade ou a “zerar a atividade”.
Enredo	É a representação de um cenário ou contexto por meio de elementos narrativos e imaginativos. A atividade envolve a delimitação de um ambiente lúdico e a atribuição da identidade que o estudante assumirá no contexto do jogo, além de estabelecer o cenário que contextualiza a missão a ser cumprida.
Personagem	É a representação virtual (digital ou não) do estudante, ou seja, seu avatar.
Níveis ou Desafios	São as etapas determinadas pelos objetivos específicos. Ao atingi-los se avança a uma nova etapa. Podem ser dados por um NPC (Non-Player Character ou Personagem Não Jogável) e ao cumpri-los o jogador adquire mais experiência - XP, itens e/ou pontos, melhorando o seu desempenho.
Objetivos Específicos	Direcionam o jogo, sendo pontuais e claros, seguindo um conjunto de regras que acrescentam complexidade ao seu alcance. São passíveis de serem concluídos, conforme o término dos níveis/desafios.
Recursos	São os auxílios recebidos pelo personagem (estudante) ao longo da realização da missão; podem vir de pessoas ou de ferramentas. Assim, constituem-se nas ajudas (online ou não), na colaboração de outros sujeitos, nos tutoriais explicativos em forma de Help e nos recursos que permitem aquisição de itens.
Colaboração	Acontece por meio da interação entre sujeitos em rede de maneira online ou física através de grupos ou equipes.
Help	São os tutoriais explicativos que auxiliam na compreensão da missão e dos níveis/desafios.
Itens	São os bônus ou as habilidades específicas, conferidos aos personagens durante as etapas percorridas de acordo com o desempenho obtido.
Desempenho	Constitui-se nos resultados quantitativos e qualitativos das aprendizagens alcançadas ao longo das etapas atreladas dos níveis/desafios. Considera todo o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido na resolução da missão.
XP	Nível de experiência desenvolvido ao longo do processo, ou seja, corresponde ao desempenho do personagem (estudante) em termos de resultados qualitativos. Esse processo de aprendizagem, atrelado ao desenvolvimento de competências e habilidades pelo estudante, através da vivência das experiências ao longo do jogo, a avaliação do estudante torna-se um aspecto de alto relevância.
Pontuação	Resultado quantificado por meio de pontos. Possui uma relação direta com o desempenho quantitativo do estudante, bem como os itens recebidos. Embora também faça parte da avaliação do estudante, é um aspecto menos significativo. Entretanto, é indispensável devido ao fato de prevalecer a cultura de mensuração da aprendizagem nos ambientes escolares, que por sua vez impõe o uso de sistemas de atribuição de notas ou graus.

Fonte: Deterding e Khaled (2011), Martins e Giraffa (2015)

práticas no campo e dicas de uso de máquinas e equipamentos. Conforme Mathiassen e Sørensen (2008), a Tabela 3, apresenta as diferenças entre um sistema de informação e

um serviço de informação.

Tabela 3 – Diferenças entre sistemas e serviços de informações

<i>Sistemas de Informação</i>	<i>Serviços de Informação</i>
Foco no artefato	Foco no uso
Suporte genérico para tarefas complexas	Resposta a requisitos específicos
Pacotes de capacidades homogêneas	Portfólio de capacidades heterogêneas
Integrado com outros sistemas	Integrado com outros serviços

Fonte: Mathiassen e Sørensen (2008)

Como pode-se observar, o serviço de informação trata da geração e apresentação de conteúdo útil e relevante, bem como os aspectos experienciais, por meio da produção da interação de um sistema agradável e estimulante.

2.6.2 Benefícios do uso da Gamificação

Segundo Barreto, Becker e Ghisleni (2019), a gamificação aproveita os desejos naturais do ser humano de maneira prática, pode-se destacar a competição, a conquista, a completude, o desejo de status, altruísmo e a colaboração. A Tabela 4, evidencia as principais vantagens da Gamificação no ensino, já observadas por alunos e professores a partir de estudos do exercício dessa prática.

A gamificação auxilia o ensino-aprendizagem através do rompimento dos antigos paradigmas do processo de ensino tradicional, possibilitando aulas e conteúdos mais atrativos, sendo assim, um jogo pode ser utilizado como uma ferramenta interativa de capacitação. Nesse âmbito, as gamificações simulam ambientes de produção, que permitem aos produtores rurais colocarem a prova todo o seu *background* e conhecimento adquirido através desse serviço, dando oportunidade que o mesmo possa testar e avaliar se o seu manejo está correto, gestão dos animais, entradas e saídas do gado sobre a pastagem. Sendo uma ferramenta de apoio a decisão bastante útil, pois através dela é possível reduzir custos e aumentar o lucro por meio do manejo mais refinado.

Tabela 4 – Benefícios da Gamificação

<i>Benefícios</i>	<i>Descrições</i>
Competição saudável	Instiga a competição como dinâmica alternativa, em sala e aula, para resolver desafios. A competição envolve a essência da condição humana, estimulando indivíduos a buscar superação em determinados aspectos, seja em relação aos outros ou a si mesmos, em virtude de uma motivação intrínseca.
Conquista própria	A gamificação auxilia os usuários a ganharem confiança, conforme eles aprendem como ter uma experiência de aprendizagem vencedora, a partir da soma da pontuação de cada uma de suas conquistas em atividades.
Medição de desempenho	Muitos apps para "gamificar" possuem ferramentas que avaliam o desempenho e mensurar os resultados dos alunos nessas atividades feitas. as estratégias de marketing e publicidade se destinem a atrair o consumidor para o seu produto ou marca, destinada à retenção desse público-alvo, buscando estabelecer uma conexão identitária e promover o envolvimento divertido com a marca.
Maior acessibilidade	Na gamificação, todos os jogadores têm o mesmo acesso à recursos, informações e oportunidades, ou seja, uma oportunidade contínua para aprender habilidades para o domínio de todas as fases do jogo e tenham sucesso na aprendizagem.
<i>Feedback</i> em tempo real	É possível o contato direto com os alunos/jogadores, acompanhando-os nas ações e atividades obtendo seus <i>feedbacks</i> sobre a metodologia. O desempenho do game é medido constantemente (com pontuações, <i>rankings</i> , etc.) e isso, facilita uma mudança de planos, evitando surpresas no final da ação.
Ensino prático	Colocando o aluno como protagonista das atividades, o ensino se torna prático e divertido para todos. Ao expor os participantes a desafios reais e convidá-los a tomar decisões para resolver esses conflitos, deve haver sempre um aprendizado prático e divertido por trás destes. Treinamentos que utilizam a gamificação podem ser mais eficientes do que manuais e cursos tradicionais, afinal, promovem acesso a informações e testes em um formato lúdico, além da possibilidade de integrar equipes sem precisar reunir as pessoas fisicamente.

Fonte: Espindola (2016), Barreto, Becker e Ghisleni (2019).

2.7 Trabalhos Correlatos

Para a realização desta pesquisa buscou-se trabalhos, na literatura, que se assemelham a este de alguma forma, com a finalidade de auxiliar na construção do conhecimento. Para esta busca foram utilizados repositórios digitais bem conceituados. Foram selecionados cinco trabalhos correlatos para discussão e comparação com o presente trabalho, são eles:

1. Brelaz et al. (2019), a Fazenda 3D é um simulador que permite ao usuário/discente ter uma visão da realidade da fazenda (o que é visto na teoria) antes de observá-lo a campo. Onde é possível popular e manejar animais, além de alimentá-los, vaciná-los e gerir o bem-estar animal; administrando a fazenda é desafiado a cumprir missões, que tem como objetivo aprimorar os conhecimentos dos discentes sobre as disciplinas de bovinocultura, zootecnia geral, bubalinocultura, básico da gestão empresarial rural e econômico da atividade agropecuária. A Figura 5, mostra uma missão e a interação da vacinação, do jogo Fazenda 3D.

Figura 5 – Fazenda 3D



Fonte: Brelaz et al. (2019)

2. Giants Software (2020), o simulador de agroindústria Farming Simulator 20, faz com que o usuário tenha a experiência de como gerir uma propriedade rural. É considerado o estado da arte no que se refere a qualidade gráfica, no qual proporciona um alto grau de imersão, pois apresenta várias mecânicas de jogabilidade que passa do tratamento do solo, plantio/criação de animais, manejo, coleta, até chegar na etapa de venda da produção, bem como permite a aquisição

de novos equipamentos. Entretanto, este jogo está mais direcionado a agricultura. Outro aspecto importante, embora seja um simulador agrícola, o objetivo do jogo não visa o ensino de técnicas que possam ser aplicadas na prática. A Figura 6, apresenta algumas telas do jogo.

Figura 6 – Farming Simulator 20

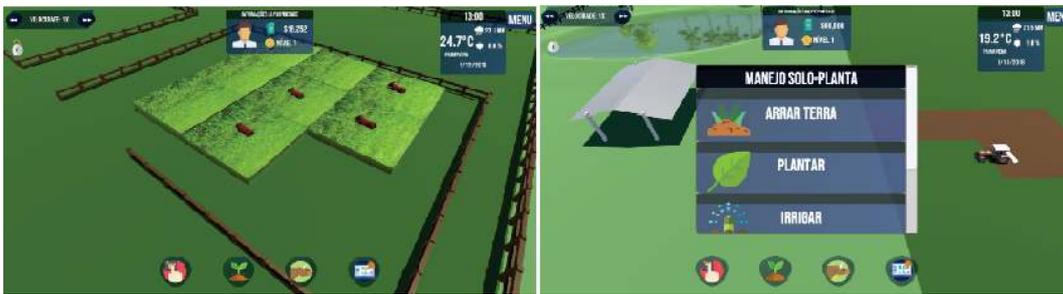


Fonte: Giants Software (2020)

3. Robaina (2018), o SIMCOW é um jogo Real-Time Simulation (RTS) desenvolvido no Unity Game Engine, possui diversos recursos de gestão (verifica informações de gestão rural, compra de produtos / animais / equipamentos, venda tanto da produção animal quanto vegetal; construção de poteiros e migração de animais para outros poteiros; técnicas de manejo no sistema solo-planta: arar, plantar, irrigar, adubar, colher) e por utilizar uma câmera isométrica, semelhante ao jogo Age of Empires. O jogo possui cinco módulos principais, tais como módulo climático (trata das características da simulação do clima do jogo); módulo vegetal e módulo animal (características de comportamento dos módulos internos planta e animal); módulo financeiro (responsável pelos valores de custos e despesas) e módulo métrica (valores de escala de tempo e de espaço do jogo). Visa através de uma atividade lúdica contribuir para a formação de gestores de propriedades rurais. A Figura 7, abaixo, apresenta algumas telas do jogo.

4. Cheng et al. (2018), o FCVDIEP é uma plataforma desenvolvida no Unity Game Engine, que visa promover a educação e popularização da cultura agrícola e herança, e o desenvolvimento sustentável de cultura agrícola. Este ambiente disponibiliza um passeio virtual mostrando os seis períodos de desenvolvimento agrícola típicos, permitindo vivenciar a experiência interativa de atividades

Figura 7 – SIMCOW



Fonte: Robaina (2018)

agrícolas típicas (trigo, milho, algodão e arroz), nos quatro maiores períodos de desenvolvimento agrícola e a navegação de uma biblioteca digital online (classifica e apresenta os recursos culturais da cultura agrícola em diferentes dinastias históricas com o texto e ilustrações pintadas à mão. Exibem os implementos agrícolas, os ambientes agrícolas da época, bem como os métodos operacionais e os princípios do agro-ecossistema típico da China, através de um passeio automático. Também faz um paralelo com processos modernos de desenvolvimento agrícola. A Figura 8, apresenta algumas telas do Farming Culture Virtual Display and Interactive Experience Platform (FCVDIEP).

Figura 8 – Farming Culture Virtual Display and Interactive Experience Platform



Fonte: Cheng et al. (2018)

5. Fountas et al. (2019), o Gates é uma plataforma modo single player responsável multiplataforma sincronizado tanto on-line quanto off-line de treinamento baseada em jogos sérios, utiliza o motor GATES 3D, visa treinar profissionais e outros *stakeholders* que fazem uso de Tecnologias de Agricultura Inteligente. É responsável por fazer uma representação/simulação do mundo real, de certos

TAI (Tecnologias de Agricultura Inteligente) no ambiente 3D e será usado para ensinar e preparar jogadores para operar equipamentos TAI (ver e interagir com interfaces TAI e criar guias interativos e desenvolvimento). Pode fazer uso de um módulo Biblioteca Wiki *online*, que fornece aos jogadores informações abrangentes sobre cada aspecto relacionado a TAI, proporcionando conhecimento necessário para completar as diversas tarefas do jogo, através de documentos, apresentações, vídeos, imagens, diagramas e *links*. Também para fornecer uma ferramenta educacional capaz de ajudá-los a aprofundar seus conhecimentos sobre este tema. Isso, os ajudará a encontrar os pontos fracos e fortes de seus usuários convidados com relação às tarefas do cenário e TAI exibidos, e diferentes operações como cultivo do solo, semeadura, pulverização, irrigação, fertilização ou colheita. A Figura 9, abaixo, apresenta algumas telas do TAI.

Figura 9 – Tecnologias de Agricultura Inteligente - TAI



Fonte: Fountas et al. (2019)

As pesquisas citadas apresentam alguns elementos em comum com o presente trabalho. Todas as pesquisas analisadas se assemelham de uma forma geral, buscam proporcionar ao usuário conhecimento e experiência no que se refere à produção e administração rural, entretanto, cada um apresenta as suas características próprias e aborda as tecnologias de maneira distinta.

Dos cinco estudos apresentados, apenas um não visa o ensino de técnicas que possam ser aplicadas na prática. Dentre os cinco, um está voltando para a pecuária, ou seja, a produção, bem-estar e manejo animal. Também somente um dos trabalhos está direcionado a Tecnologias de Agricultura Inteligente. Um dos estudos buscou abranger tanto a produção agrícola quanto produção pecuária, ou seja, agropecuária.

As pesquisas de Brelaz et al. (2019); Giants Software (2020); Robaina (2018); Cheng et al. (2018) e Fountas et al. (2019), apresentam ambientes que permitem o usuário

tenha uma visão sobre gestão rural, desde popular e manejar animais, alimentá-los, vaciná-los e bem-estar animal, compra de produtos/ animais/ equipamentos, venda tanto da produção animal quanto vegetal, construção de poteiros e migração de animais para outros poteiros, técnicas de manejo no sistema solo-planta: arar, plantar, irrigar, adubar, colher, operar equipamentos TAI (Tecnologias de Agricultura Inteligente), administrando a fazenda desafiado a cumprir missões, que tem como objetivo aprimorar os conhecimentos dos discentes sobre gestão empresarial rural e econômico da atividade agropecuária.

Faz uso de uma Biblioteca Wiki *online*, que fornece informações sobre cada TAI, através de documentos, apresentações, vídeos, imagens, diagramas e *links*. A Tabela 5 mostra quais as semelhanças e diferenças encontradas entre as pesquisas citadas e o presente trabalho.

Embora, várias pesquisas mostrem o emprego de ambientes lúdicos, como ferramenta de capacitação, não foi encontrada nenhuma que se preocupasse em adotar uma mescla de metodologias de ensino na capacitação do seu público, visando uma disseminação e solidificação do conhecimento difundido aos usuários.

Além disso, promover uma experiência teórica antes de ir para prática, isto é, através de um simulador ou cenário interativo, que possa verificar de maneira prática com maior segurança e minimizando custos, se o jogador compreendeu corretamente a aplicação do conceito do Pasto sobre Pasto (após passar por toda capacitação), e identificar os pontos em que podem ser melhorados, a fim de melhor o seu desempenho.

Tabela 5 – Comparação dos Trabalhos Correlatos com o Modelo Desenvolvido

<i>Pesquisa</i>	<i>Semelhança</i>	<i>Diferença</i>
Todos	<ul style="list-style-type: none"> • Dar experiência através da teoria antes da prática; • Plantio; • Manejar. 	-
Brelaz, Robaina, Cheng e Fountas	<ul style="list-style-type: none"> • Disseminar e aprimorar os conhecimentos (instruir). 	-
Brelaz	<ul style="list-style-type: none"> • Povoar; • Aplicar exercícios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltado mais para produção animal; • Gestão empresarial rural e econômico; • Blender 2.7.
Giants	-	<ul style="list-style-type: none"> • Voltado mais para produção vegetal; • Gestão empresarial rural e econômico; • Colheita; • Venda da produção; • Aquisição de equipamentos; • GIANTS Engine SDK; • Não visa o ensino de técnicas que possam ser aplicadas na prática.
Robaina	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de espaço do jogo; • Através de uma atividade lúdica contribuir para a formação de gestores de propriedades rurais; • Voltado mais para produção vegetal e animal; • Unity Game Engine. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão empresarial rural, econômico e financeiro; • Construção de poteiros e migração animal; • Simulação climática; • Sistema solo-planta; • Colheita; • Venda de produção; • Aquisição de equipamentos.
Cheng	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de tempo e de espaço do jogo; • Através de uma atividade lúdica contribuir para a formação de gestores de propriedades rurais; • Unity Game Engine. 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltado mais para produção vegetal; • Desenvolvimento sustentável de cultura agrícola; • Promover a herança cultural; • Gestão empresarial rural, econômico e financeiro; • Construção de poteiros e migração animal; • Simulação climática; • Sistema solo-planta; • Colheita; • Venda de produção; • Aquisição de equipamentos.
Fountas	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso a conteúdos através de documentos, apresentações, vídeos, imagens, diagramas e links; • Ferramenta educacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltado mais para produção vegetal; • Identifica os pontos fracos e fortes do usuário; • GATES Engine; • TAI (Tecnologias de Agricultura Inteligente); • Sistema solo-planta; • Colheita; • Venda de produção; • Aquisição de equipamentos.

3 METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia e as ferramentas empregadas para a realização deste trabalho. Na seção 3.1 será tratada a Classificação e Organização da Metodologia. Na seção 3.2 trata do Levantamento Sistemático Bibliográfico.

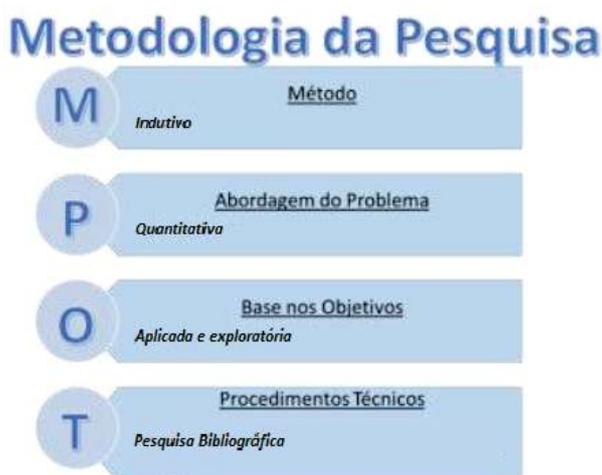
3.1 Classificação e Organização da Metodologia

Uma metodologia de pesquisa foi estabelecida para ser seguida por todo processo de desenvolvimento desse trabalho, visando definir uma sequência de atividades lógica e estruturada.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a metodologia científica é uma disciplina que consiste em estudar, compreender e avaliar os vários métodos disponíveis para a realização de uma pesquisa.

A classificação e organização metodológica, descreve a sequência de atividades estruturada, define a metodologia de pesquisa, que será seguida durante o processo de desenvolvimento desse trabalho. A Figura 10, abaixo, apresenta como a metodologia se divide.

Figura 10 – Divisão da Metodologia



Fonte: Autor, (2024).

Quanto ao método da pesquisa é classificado como intuitivo, pois envolve o estudo sistematizado através de materiais publicados em livros, periódicos, artigos, notas

técnicas, etc.

No que se refere à abordagem do problema, esta pesquisa pode ser definida como quantitativa, que considera que tudo pode ser quantificável, pois as interações do jogador geram pesos, que são computados e processados para determinar resultados.

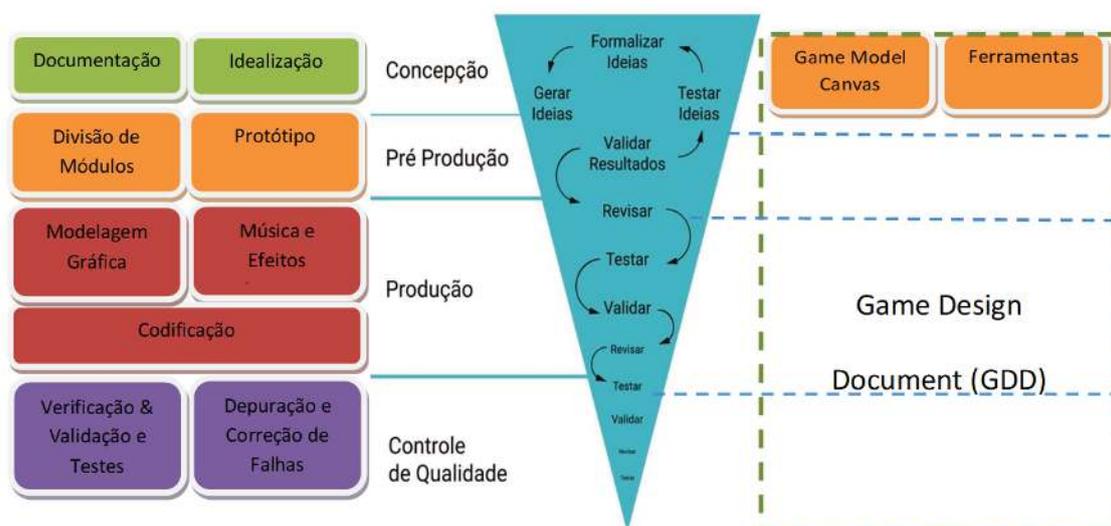
A base dos objetivos está enquadrada na pesquisa como sendo classificada quanto à natureza como aplicada e exploratória. Para GIL (2007) esse tipo de pesquisa busca gerar conhecimento útil e aplicável à solução de problemas específicos envolvendo interesses locais.

Os procedimentos definidos nesta pesquisa são os de bibliografia e de campo, primeiramente é realizado um levantamento bibliográfico sobre a aplicação do conceito do Pasto sobre Pasto.

De acordo com Schwaber e Sutherland (2017), a utilização do Scrum, como método ágil para o desenvolvimento de jogos, é bastante flexível no que se refere a mudanças repentinas sobre os requisitos.

Agregado a esse método adota-se um processo de desenvolvimento de um jogo digital, o método iterativo e flexível de design de games em V (FULLERTON, 2018), que é dividido em 04 etapas: Concepção, Pré-Produção, Produção e Controle de Qualidade Adams (2014), Rabin (2013). A partir dessas etapas, segue a metodologia empregada no estudo. A Figura 11 apresenta a organização metodológica do desenvolvimento de jogos.

Figura 11 – Método Iterativo de Design de Games



Fonte: Baseado no Método de Fullerton (2018).

A etapa inicial, denominada Concepção, engloba o conceito inicial do projeto, juntamente com seus objetivos, atributos da equipe de produção, descrição dos recursos necessários, orçamento e cronograma. Estabelecer uma estratégia que abrange a parte de testes, implantação e iteração.

De acordo com Adams (2014), o *High Concept Document* (HCD), é responsável por documentar o conceito do projeto de maneira clara e sucinta, ocupando no mínimo 2 e não devendo ultrapassar 4 páginas, contemplando a descrição da ideia central do jogo, o gênero, um resumo da história, a plataforma, os objetivos e o público-alvo. Durante essa etapa, também ocorre a seleção das ferramentas que serão empregadas no projeto. Para realizar essa seleção, foi realizada uma pesquisa e uma comparação entre as diversas ferramentas disponíveis. Assim, o Unity 3D foi o *game engine* adotado, enquanto as linguagens de desenvolvimento escolhidas foram C# e PHP.

Já na etapa de Pré-produção, o processo de produção é iniciado, bem como o refinamento da ideia inicial, a apresentação conceitual, as tecnologias utilizadas na produção e a implementação do jogo, buscando analisar os riscos, que possam ou não inviabilizarem a conclusão do jogo. Nesse ponto, a arquitetura de sistema do jogo é projetada, para que possa ser dividida em módulos independentes e que interajam uns com os outros. Também, é nessa fase que o protótipo é desenvolvido, juntamente, com o design visual e a narrativa, e que determinados aspectos já possam ser testados.

O *Game Design Document* (GDD) é responsável por continuar a documentação ao conceito do jogo, sua elaboração começa no início do processo de desenvolvimento do *game* e é concluído ao fim do mesmo documento (Rabin (2013)), no qual apresenta a visão geral, as ideias iniciais, os personagens, a história, a jogabilidade, o mundo da história, a plataforma, o posicionamento do jogo, bem como as modificações que essas sofreram durante esse processo, o público-alvo, aspectos mercadológicos, e a lista de mídias necessárias. O final dessa etapa, permite chegar em um protótipo mais avançado por meio de um progresso tecnológico, *storyboards* e um planejamento visual e de projeto atualizado.

Na etapa de Produção do método iterativo, é a fase mais extensa e dispendiosa do processo, pois tem a função de executar as diretrizes estabelecidas na etapa de pré-produção. O aumento dos recursos necessários para produção está diretamente ligado a evolução do escopo do projeto. Contudo, em um processo iterativo, os resultados

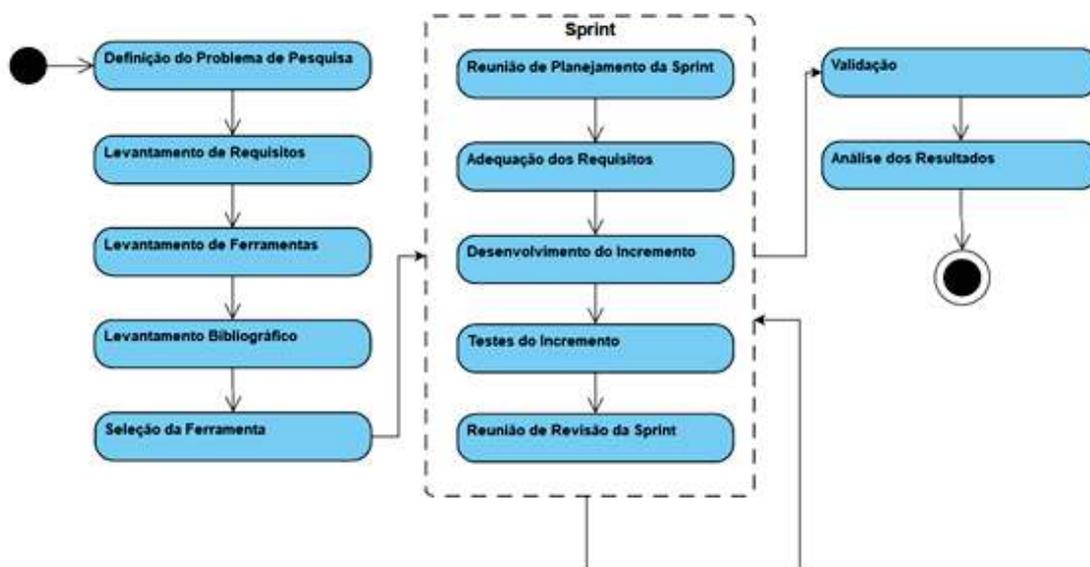
gradativamente estão sendo refinados, e fatalmente, essas alterações afetarão toda a produção.

Também nessa fase, que as funcionalidades, mecânicas do game, codificação e integração dos módulos projetados na arquitetura do sistema são desenvolvidos. Além disso, nessa fase, a identidade visual do ambiente / mundo é criada, seus elementos visuais, seus modelos 2D e 3D e suas animações são construídos. Ainda, nesse momento, as trilhas musicais, efeitos sonoros, diálogos, mensagens, entre outros textos necessários são criados e adicionados ao jogo.

A última etapa Controle de Qualidade, também chamada de etapa de testes, busca garantir uma melhor qualidade do jogo, destinado à detecção e correção de erros no jogo, segundo os requisitos estabelecidos, como por exemplo, interface, tempo, pontuação, comandos, entre outros problemas enfrentados. É importante confeccionar um documento de teste, que apresente todas as áreas, tópicos, requisitos e condições tratadas pelos testes, pois nessa fase mais de 70% da qualidade do game é testada.

Além disso, por meio de uma revisão bibliográfica sobre a aplicação do conceito Pasto sobre Pasto, bem como métodos e estratégias de redução desse problema, ensino-aprendizagem e gamificação foi desenvolvida. A Figura 12, abaixo, Diagrama de Atividades apresenta as etapas seguidas pela metodologia.

Figura 12 – Diagrama de Atividades das etapas da metodologia



O capítulo Introdução traz a primeira etapa desta metodologia, na qual é responsável por definir o problema de pesquisa. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica referente ao conceito do Pasto sobre Pasto e o que impacta sua prática, bem como teorias de aprendizagem e gamificação. Assim, pode ser observado os benefícios que os *serious games* apresentam, quando adotados nas mais diversas formas de capacitação, tais como conceitos, metodologias, estratégias e práticas.

A segunda etapa trata do levantamento de requisitos, bem como a confecção do GDD, que mantém toda documentação relacionada ao jogo.

De acordo com Bethke (2003), o GDD é de um artefato comumente criado durante a etapa de pré-produção do jogo. Esse documento registra o projeto detalhado da jogabilidade, os personagens, experiência, etc., ou seja, visa o levantamento de requisitos, esse documento está sujeito a revisões e a atualizações a cada ciclo de desenvolvimento.

No *workflow* da pré-produção do jogo, o GDD está entre o DV - *Vision Document*, no qual delimita o conceito do jogo e o TDD – *Technical Design Document*, no qual traduz os conteúdos do GDD para uma linguagem mais formal, que será usada na etapa de produção.

Logo depois, na terceira etapa explana sobre o levantamento das ferramentas que auxiliam tanto no desenvolvimento de jogos quanto na modelagem UML (*Unified Modeling Language*), bem como sobre o engine e modelagem de sólidos.

Já a quarta etapa refere-se ao levantamento bibliográfico sistemático, visando uma melhor organização. A Seção 3.2.1 – Levantamento Sistemático Bibliográfico relata o processo de levantamento bibliográfico empregado nesta pesquisa.

Então, na quinta etapa, responsável pela seleção das ferramentas empregadas no desenvolvimento deste projeto. A ferramenta Unity foi selecionada como *game engine* para este projeto (Seção 4.2.1.1 apresenta o processo de adoção da ferramenta), por ser o motor mais utilizado e com uma ampla comunidade, bem como por apresentar diversos recursos importantes para confecção deste trabalho.

Posteriormente, a sexta etapa aborda o ciclo de desenvolvimento, que para este trabalho, empregou-se a metodologia ágil simplificada Scrum (aplicando apenas as reuniões de Planejamento do *Sprint* e de Revisão do *Sprint*), com intervalos de 15 dias para cada *Sprint*, alternando entre atividades de produção do texto e de desenvolvimento da aplicação.

Segundo Schwaber e Sutherland (2017), a metodologia ágil Scrum pode ser adaptada conforme demanda. O *Sprint* é introduzido pela reunião de Planejamento do *Sprint*, onde é definido os objetivos do *Sprint*. No decorrer do processo, os requisitos são adequados e a tarefa de desenvolvimento do incremento abrange as ações necessárias para atingir os objetivos do *Sprint*. Já tarefa de testes do incremento é responsável por determinar e executar os testes, além da confecção e revisão do texto. Cada *Sprint* é finalizado por uma reunião de Revisão do *Sprint*, onde é verificado se os objetivos definidos foram atingidos.

Imediatamente, na sétima etapa foca na avaliação do jogo, em que foram avaliados os aspectos referentes aos requisitos elencados durante esta pesquisa científica.

Finalmente, a oitava etapa trata da análise e discussão relacionada aos resultados oriundos da etapa anterior.

3.2 Revisão Sistemática de Literatura

A metodologia utilizada na aplicação da revisão sistemática de literatura está organizada em 06 etapas distintas. A Figura 13 apresenta todas as etapas referentes a esse processo.

Figura 13 – Diagrama de Atividades das etapas do levantamento bibliográfico



Fonte: Autor (2024).

A primeira etapa desta metodologia trata da definição das *strings* de pesquisas. Esta pesquisa realizará buscas em bases científicas *on-line*, em periódicos, artigos, dissertações, teses e livros, publicados entre os últimos cinco anos, no período de 2015 a 2023, tanto em inglês e espanhol quanto em português.

As palavras-chave/frases-chave de pesquisa foram: *pasture over pasture, pasture, forage plants, forage species, fodder shortage, feed shortage, primavera shortage, autumn shortage, strategies for minimizing or reducing fodder shortage, summer and*

winter cultures, multicultures, gamification, capacitation, advergames, serious game, game engine, gameful, digital game documentation, Game Design Document, Vision Document, Technical Design Document, teaching-learning Unity, education, and so forth.

Na segunda etapa, as bases escolhidas para a busca foram: SciELO, ACM Digital Library, IEEE Digital Library, Portal de Periódicos da Capes, SBGames, Internal Journal of Serious Games, Simulation and Gaming, Internal Journal of Games Technology, Google Acadêmico, pesquisas livres em mecanismos de busca, bem como buscas direcionadas repositório de dados, como em sites, portais e/ou bibliotecas digitais institucionais e documentações oficiais: Unity Technologies, EMBRAPA, ANATEL, SCRUM STUDY, IBGE, entre outros.

A terceira etapa dedica-se do levantamento bibliográfico, na qual foram realizadas diversas buscas/pesquisas sobre as strings de filtragem.

Já quarta etapa é responsável pela análise preliminar dos conteúdos, na qual tem a função de verificar se estes documentos são ou não pertinentes ou relevantes ao tema do estudo.

Seguindo para quinta etapa – classificação dos materiais, foi realizada a leitura na íntegra dos documentos armazenados, fazendo um segundo filtro e separando os conteúdos mais relevantes para o assunto.

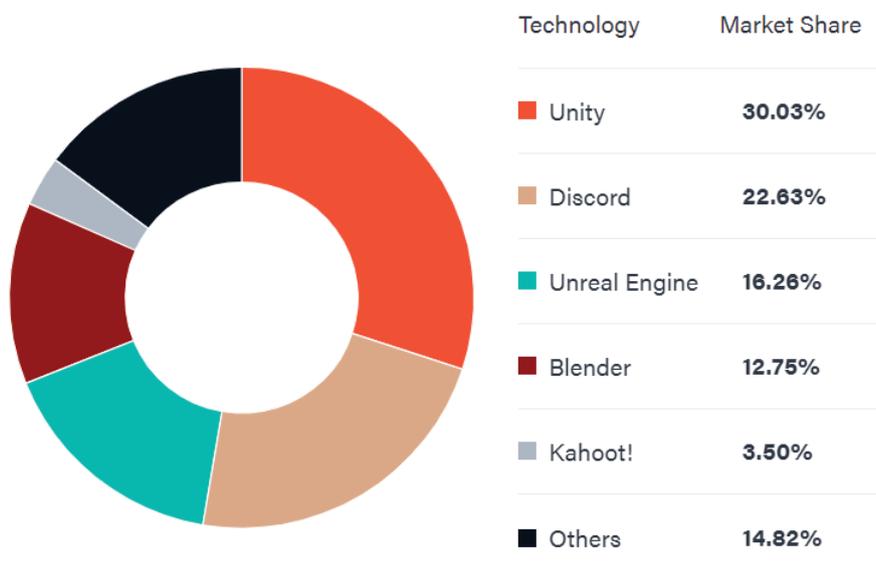
Por fim, na sexta etapa, um estudo metódico foi realizado nos materiais filtrados, destacando os pontos mais relevantes as palavras/frases-chave.

3.2.1 Unity

A Unity é uma plataforma de desenvolvimento de jogos digitais, aplicações gráficas e conteúdos de mídia tanto 2D e 2.5D quanto 3D, realidade virtual, realidade aumentada, simuladores, animações, etc., ou seja, um *game engine* (UNITY, 2023). Esse *framework* pode ser visto como um conjunto de ferramentas e mecanismos, que abrange um IDE (*Integrated development Environment*) completo e robusto de jogos multi-propósito, um motor gráfico, um editor de cenários, bem como outras funcionalidades, tendo a maior parte no mercado mundial, sendo detentora de 30,03%, enquanto o seu concorrente mais próximo o Discord detem 22,63% do mercado, seguido pela Unreal Engine ocupa apenas 16,26% e o restante 31,07% é compartilhada pelos

outros *game engines* existentes no mercado (6SENSE, 2023). A Figura 14, apresenta a divisão mercadológica das tecnologias de desenvolvimento de jogos.

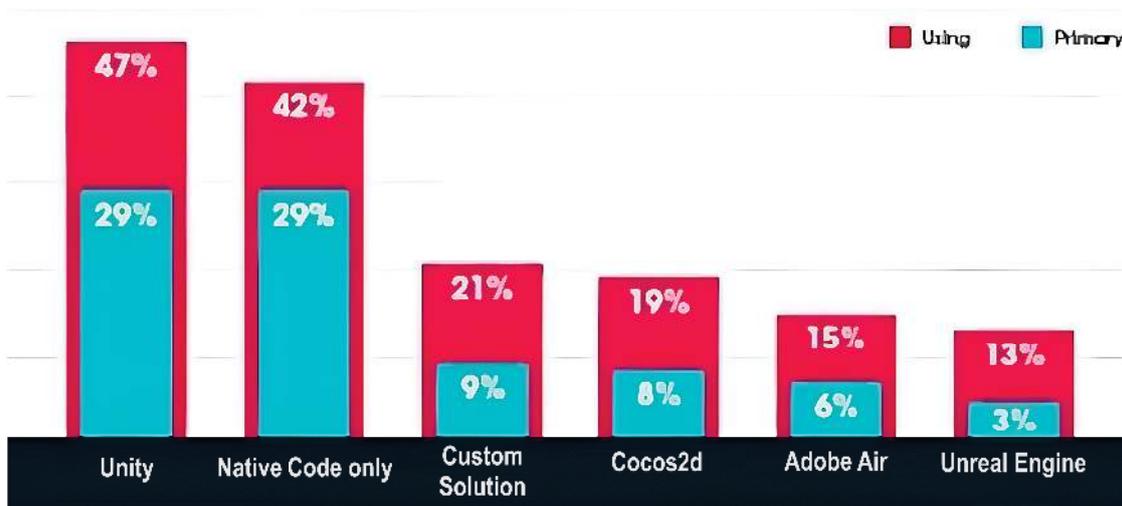
Figura 14 – Divisão do mercado global de *Game Engine*



Fonte: 6sense (2023)

Até mesmo quando está relacionado ao mercado de desenvolvimento de jogos 3D para dispositivos móveis, este cenário praticamente se repete, ou seja, o Unity abrange mais de 47%. Como mostra a Figura 15 – Uso dos *game engines* pelos desenvolvedores.

Figura 15 – Uso dos *game engines* pelos desenvolvedores



Fonte: Vision Mobile (2014)

Dentre os vários critérios de seleção do *engine*, o aspecto licença de uso da ferramenta é o primeiro item a ser considerado, assim, o *engine* Unreal foi descartado, pois não possui uma versão gratuita.

O segundo critério mais relevante está relacionado ao suporte ou documentação da linguagem de programação adotado pelos *engines* analisados. A linguagem C# apresenta a maior suporte com as ferramentas de desenvolvimento de jogos.

O terceiro aspecto a ser levado em conta, é o tamanho da comunidade e material disponível. Assim, a ferramenta Unity apresenta a documentação mais completa entre as ferramentas apresentadas.

Outro aspecto que foi levado em conta, a utilização da ferramenta em trabalhos acadêmicos.

A ferramenta Unity foi o *game engine* escolhido para o desenvolvimento da ferramenta de ensino-aprendizagem, devido ao fato da abundância da documentação disponível, suporte a linguagem de programação C#, adotar uma licença de uso gratuita, pipeline de recursos e rápida construção de cenas, qualidade gráfica e sonora, portabilidade multiplataforma e suporte à rede em tempo real.

Foi utilizada a Ferramenta UML Visual Paradigm Online na Modelagem de Projeto para o auxílio na descrição do desenvolvimento da documentação do jogo. Esta ferramenta disponibiliza todos os elementos de diagramas UML, por ser um padrão de documentação de *software*.

3.3 Implementação do PSPEducator

Este capítulo apresenta a solução do PSPEducator (um ecossistema gamificado da lógica do Pasto sobre Pasto), abordando as ações adotadas para o desenvolvimento da gamificação. A seção 4.1 apresenta o Modelo Híbrido de Ensino-Aprendizagem integrado com as TICs. Na seção 4.2 é realizada o Modelo para Capacitação da Lógica do Pasto sobre Pasto. Já a seção 4.3 Modelagem da Gamificação PSPEducator trata da modelagem do sistema com sua definição, modelagem UML e tecnologias. A seção 4.4 mostra o desenvolvimento da gamificação PSPEducator. E seção 4.5 trata dos testes e validação da ferramenta.

3.3.1 Modelo Híbrido de Ensino-Aprendizagem integrado com as TIC

Este trabalho propõe uma solução educacional de um ecossistema gamificado de ensino-aprendizagem, na qual basea-se na combinação de teoria com metodologias de aprendizagem distintas – a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS), a *Four Component Instructional Design* (4C/ID) e a *Peer Instruction* (PI) integradas com TIC para capacitar os usuários no conceito e aplicação da Lógica do Pasto sobre Pasto. O conceito Pasto sobre Pasto que vem sendo trabalhado pela Embrapa, visto que esse conjunto de práticas de manejo envolve uma sequencia de eventos em tempos distintos que precisam ser entendidos por quem busca a aplicabilidade do conceito no sentido de obter resultados satisfatórios.

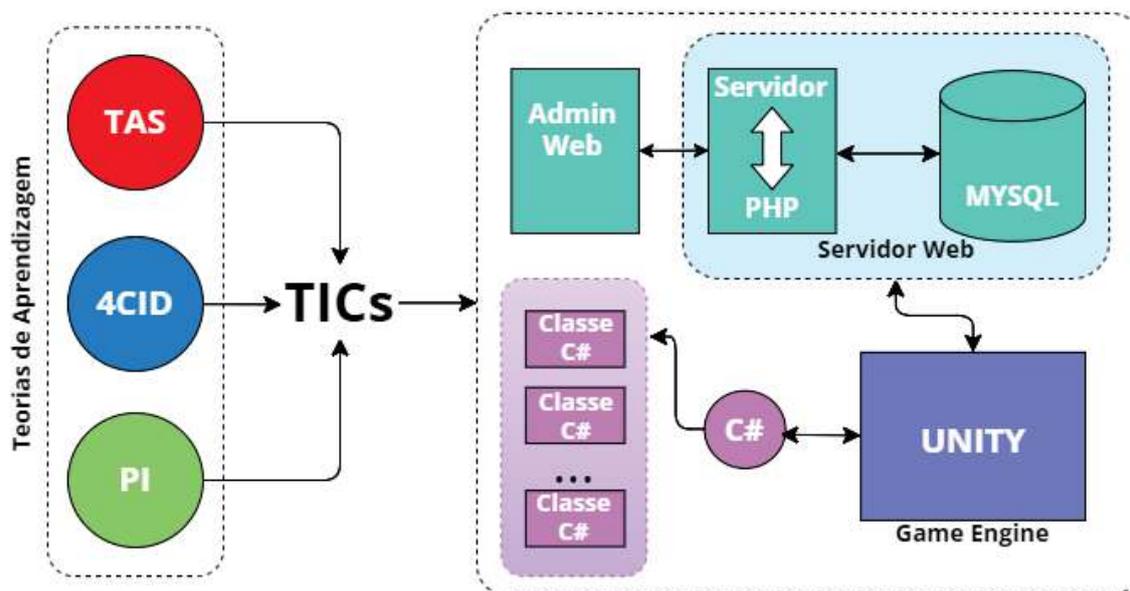
A TAS busca trazer novos conceitos, conteúdo ou conhecimento, integrando-os a ideias, experiências ou informações previamente adquiridas. Ao estabelecer essas conexões significativas, o aluno constrói uma compreensão mais sólida do conteúdo e é capaz de aplicar o conhecimento de forma mais efetiva em diferentes situações.

Já a metodologia 4c/ID utiliza uma abordagem sistêmica, que auxilia o usuário a realizar as tarefas/exercícios através do acesso de conteúdo e/ou dicas informativas abundante sobre as questões, e gradativamente, vai gerando uma escassez de conteúdo, dicas ou informação adicional, ou seja, quanto mais o estudante vai avançando na fixação do conteúdo, menos informação ou dicas auxiliares ele recebe.

E a metodologia PI, que tem uma característica mais avaliativa, que se o aluno não atingir um percentual mínimo aceitável de acertos sobre o conjunto de questões/tarefas realizadas, o usuário irá retornar para o módulo de capacitação do conteúdo abordado, novamente, e esse processo se repetirá até que ele atinja a média desejada. Como padrão, a metodologia de ensino *Peer Instruction* adota um percentual mínimo, que seja superior a 70% de acertos para progressão do conteúdo. A Figura 16 apresenta o modelo híbrido de ensino-aprendizagem integrado com TIC para a capacitação do Conceito do Pasto sobre Pasto.

A TIC adotada foi o Unity como *game engine*, utilizando a sua linguagem nativa C#, conectadas com um servidor *web* com PHP e banco de dados MySQL, que mantém um administrativo *web*.

Figura 16 – Modelo Híbrido de Ensino-Aprendizagem integrado com TIC para a Capacitação do Conceito do Pasto sobre Pasto.



Fonte: Autor (2024)

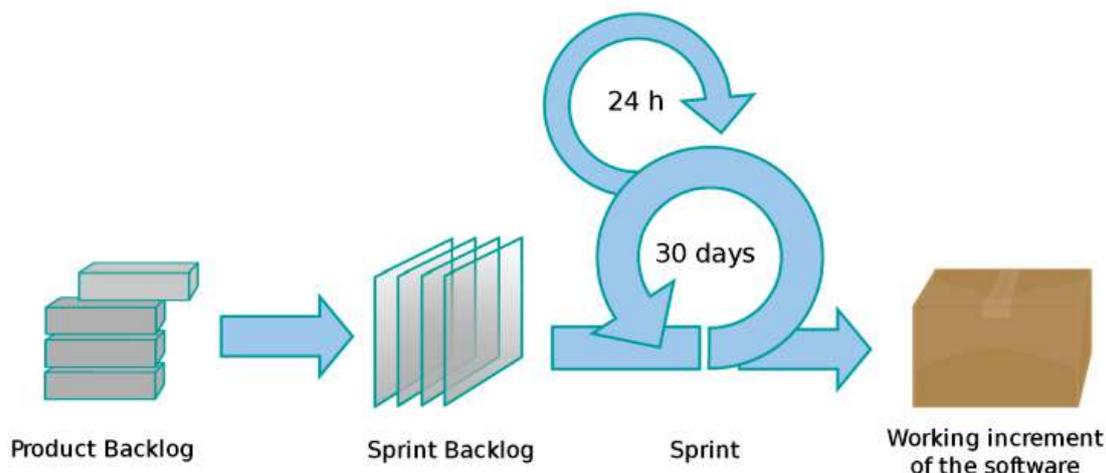
3.3.2 Modelo para Capacitação da Lógica do Pasto sobre Pasto

Devido a possíveis alterações nos requisitos, bem como a profundidade do problema abordado, a metodologia ágil Scrum foi adotada para o desenvolvimento desse trabalho. No qual, esse gerenciamento ágil envolve o planejamento adaptativo, o desenvolvimento iterativo e entregas constantes durante o andamento do projeto (SBOK, 2007).

Conforme Silva (2016), a aplicabilidade desse método ágil no desenvolvimento de soluções gamificadas é utilizado na construção de *advergames* (termo oriundo da junção das palavras *Advertise* + *Game*, que emprega o jogo como ferramenta para comunicar uma ideia, promover e divulgar marcas, eventos, produtos, ideias, serviços, instituições, etc.) por ser mais flexíveis a mudanças repentinas nos requisitos. A Figura 17, apresenta o fluxo do Scrum.

Para a gamificação dessa aplicação foi utilizado a modalidade de *Serious Game* (Jogos Sérios), que é um jogo que a sua criação não está focada apenas no entretenimento, mas também tem como propósito mais abrangente, visando um resultado ou transmitir mensagens, informações ou conteúdo, que os desenvolvedores almejam passar para o

Figura 17 – Fluxo Scrum



Fonte: Adaptação de Heptagon (2010)

usuário (MARCZEWSKI, 2013).

De acordo com Deterding e Khaled (2011), a gamificação consiste na utilização de elementos de design de jogos em contextos de não-jogos (*serious games*). É percebida como “projetos de interações lúdicas ou *gameful*” ou ainda como sistemas que empregam elementos de design de jogos, mas que não são considerados “jogos completos” para os usuários. A Figura 18, apresenta a Contextualização da Gamificação ou Definição detalhada da Gamificação.

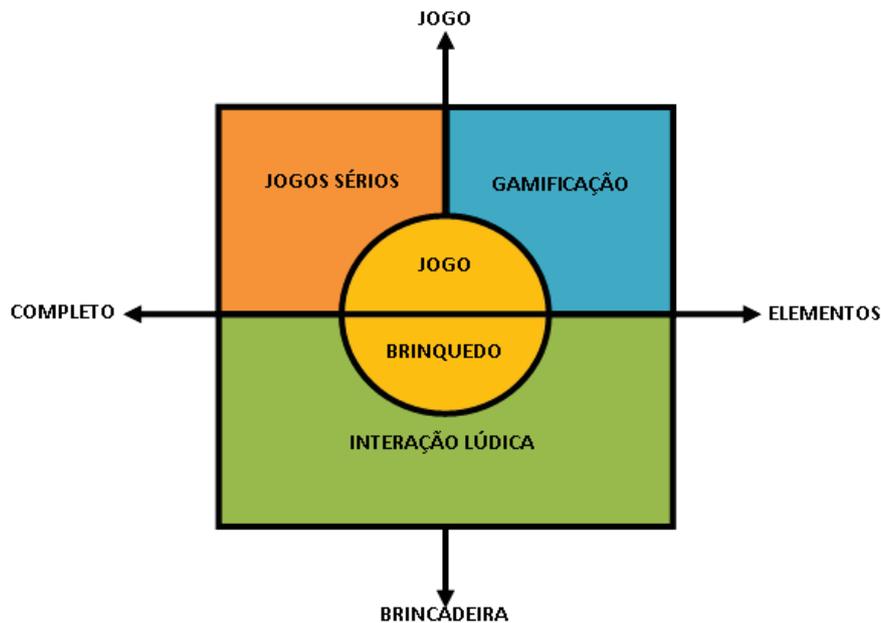
O eixo horizontal é executado a partir do todo/completo para os elementos e os verticais no eixo brincadeira para jogo. Assim, no quadrante superior direito entre Jogo e Elementos está a gamificação.

Já no quadrante superior esquerdo entre Jogo e Todo/Completo está Jogos Sérios (utilizados para fins educativos / *marketing* / comerciais). E as interações lúdicas estão posicionadas no quadrante inferior entre jogo e brincar/brinquedos.

3.3.3 Modelagem da Gamificação PSPEducar

Esta solução gamificada empregou a UML - *Unified Modeling Language* (Caso de Uso, Classes, Atividades, Sequência e Mapeamento Objeto-Relacional, entre outros) para a sua modelagem. Os diversos diagramas fornecidos pela UML permitem analisar o sistema em diferentes níveis e aspectos, podendo focar a organização estrutural do

Figura 18 – Contextualização da Gamificação



Fonte: Deterding e Khaled (2011)

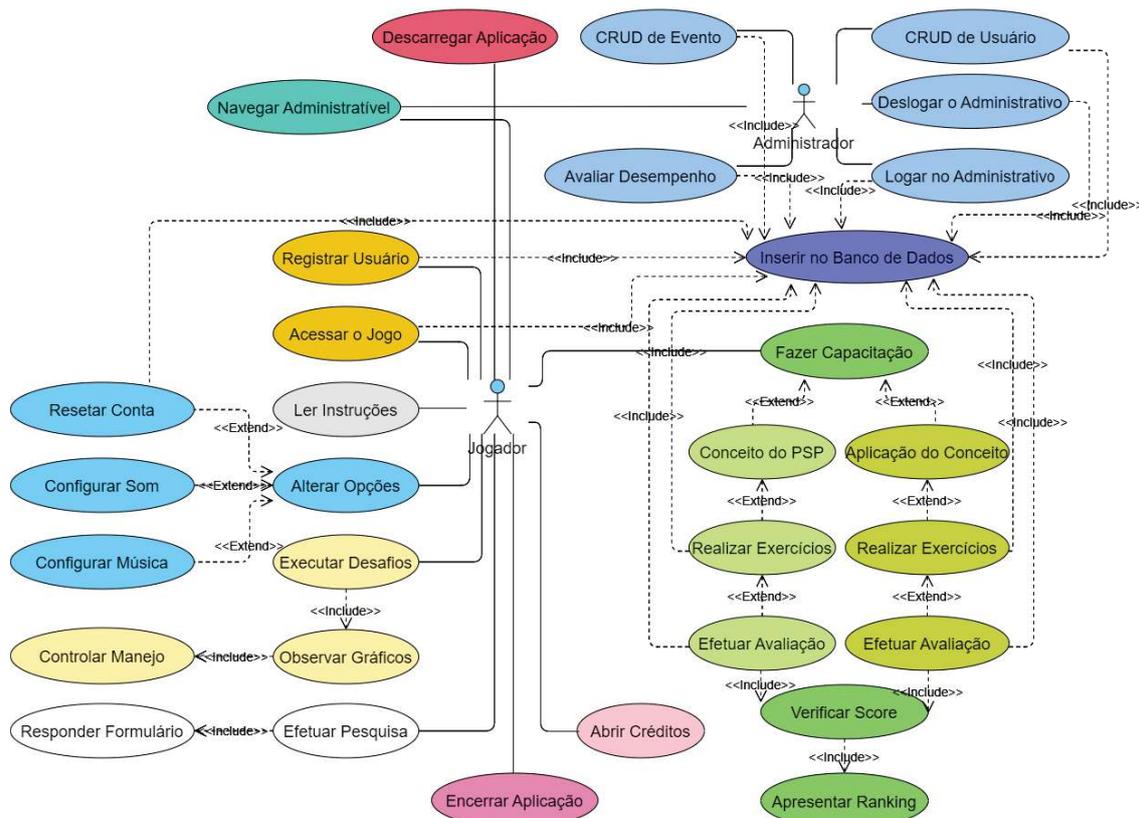
sistema, o comportamento de um processo específico, a definição de um determinado algoritmo ou até mesmo as necessidades físicas para a implantação do sistema (GUEDES, 2018).

O diagrama de Caso de Uso serve como base para outros diagramas e normalmente é empregado na fase de levantamento e análise de requisitos do sistema, visa especificar todas as ações que os atores podem realizar dentro da aplicação. A Figura 19 apresenta a descrição das ações que cada ator pode executar dentro dessa solução gamificada.

Esse diagrama de caso de uso, manifesta as ações que cada ator pode realizar junto ao sistema. O sistema conta com dois atores principais (jogadores e administrador):

1. Na primeira vez que o jogador acessa a ferramenta, ele deve registrar o usuário;
2. Depois que o primeiro caso de uso foi realizado, o jogador pode acessar o jogo - apresentando um tela de menu, com sete opções;
3. Ler instruções, o jogador pode visualizar as regras e informações sobre a gamificação;
4. Alterar as opções relativas às configurações de áudio (som e música) e reinicia a conta do jogador;

Figura 19 – Diagrama de Caso de Uso da Gamificação



Fonte: Autor (2024)

5. O jogador pode fazer Capacitação do Pasto sobre Pasto:

5.1 Conceito do Pasto sobre Pasto, no qual recebe conteúdos sobre o Conceito do Pasto sobre Pasto;

5.1.1 Depois de finalizar todo o conteúdo do assunto, os exercícios de fixação são habilitados;

5.1.2 Se o jogador conseguir atingir a média mínima, a avaliação desse módulo estará disponível para realização, que por sua vez, também só é aprovado alcançando a média mínima pré-determinada.

5.2 Aplicação do Conceito do Pasto sobre Pasto, que trata do conteúdo da aplicação na prática desse conceito;

5.2.1 Logo que passar por todo conteúdo referente a aplicação do conceito, os exercícios de fixação sobre a aplicação tornam-se ativados para realização;

5.2.2 A avaliação final da aplicação fica disponível, quando o jogador atinge a média. A verificação se o usuário conseguiu assimilar o conteúdo apresentado, utiliza em cada módulo um mecanismo de *Quizzes*, tanto para os exercícios de fixação quanto para a avaliação final. O jogador recebe um *feedback* com o seu desempenho alcançado, que é registrado na base de dados.

5.3 Imediatamente após o *feedback*, verifica-se o *Score* final de cada módulo;

5.4 A finalizar o caso de uso anterior, é apresentada o *Ranking* de *Scores*. Assim, o jogador pode verificar a sua pontuação e posição no *ranking*. Com estes registros, o Administrador (pesquisador da Embrapa ou professor devidamente autorizado) pode avaliar o desempenho de cada jogador e como o desempenho ocorreu em todo evento registrado;

6. Executar Desafios, permite realizar práticas virtuais, aplicando o Conceito Pasto sobre Pasto, por meio do acompanhamento das variações de um gráfico linear de alteração das alturas da pastagem, buscando o ótimo de manejo, por meio de um mecanismo de jogo do tipo *Time Attack* (ações que devem ser tomadas em um tempo determinado - contagem regressiva);
7. Efetuar Pesquisa, nesse caso de uso o jogador acessa um formulário web tratando da avaliação da ferramenta em várias dimensões;
8. Abrir Créditos, nesse caso de uso, o jogador verifica os créditos de alguns componentes utilizados na aplicação;
9. Encerrar Aplicação, sai da gamificação;
10. Navegar no *site* administrativo, onde o jogador/administrador pode acessar o *site* da ferramenta, no qual recebe informações iniciais sobre o Conceito, enquanto jogador; e como administrador, pode gerenciar e analisar as informações obtidas;
11. Descarregar Aplicação, permite ao usuário fazer o *download* da ferramenta. O descarregamento da suporte para mais de uma opção de plataforma;
12. Já o ator Administrador pode realizar outras ações, além de navegar no administrativo *web*:

11.1 Logar no Administrativo;

11.2 Deslogar o Administrativo;

11.3 CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) do Usuário, onde pode gerenciar os usuários;

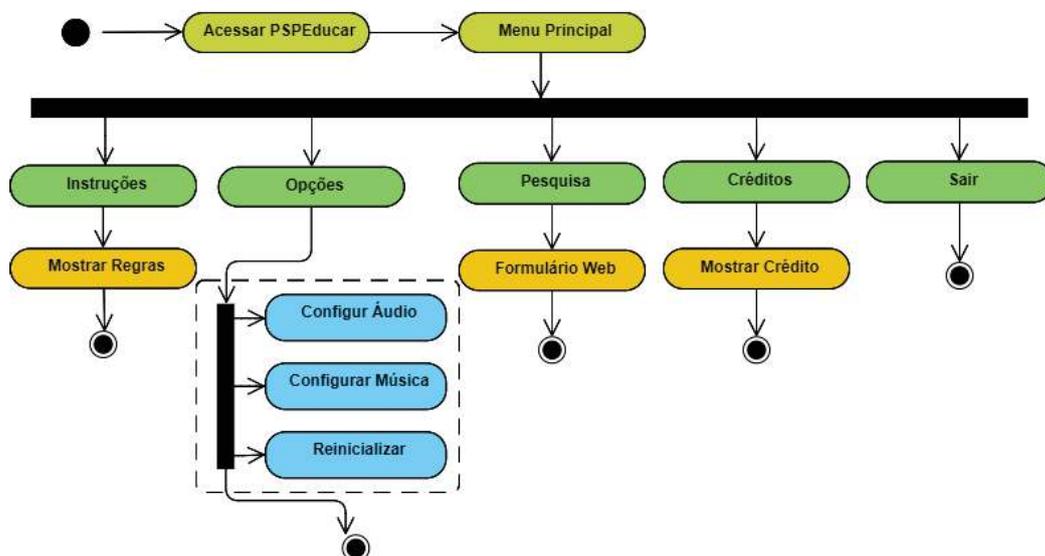
11.4 CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) do Evento, permite gerenciar os eventos;

11.5 Avaliar Desempenho, pode verificar o *ranking* e os *scores* dos jogadores.

O diagrama de atividades foi empregado para melhor visualizar essas atividades, pois é responsável por apresentar como ocorre fluxo de controle de uma atividade para outra. Para Guedes (2018) é o componente da UML, que está mais próximo ao nível de codificação, ou seja, o fluxo da atividade em si.

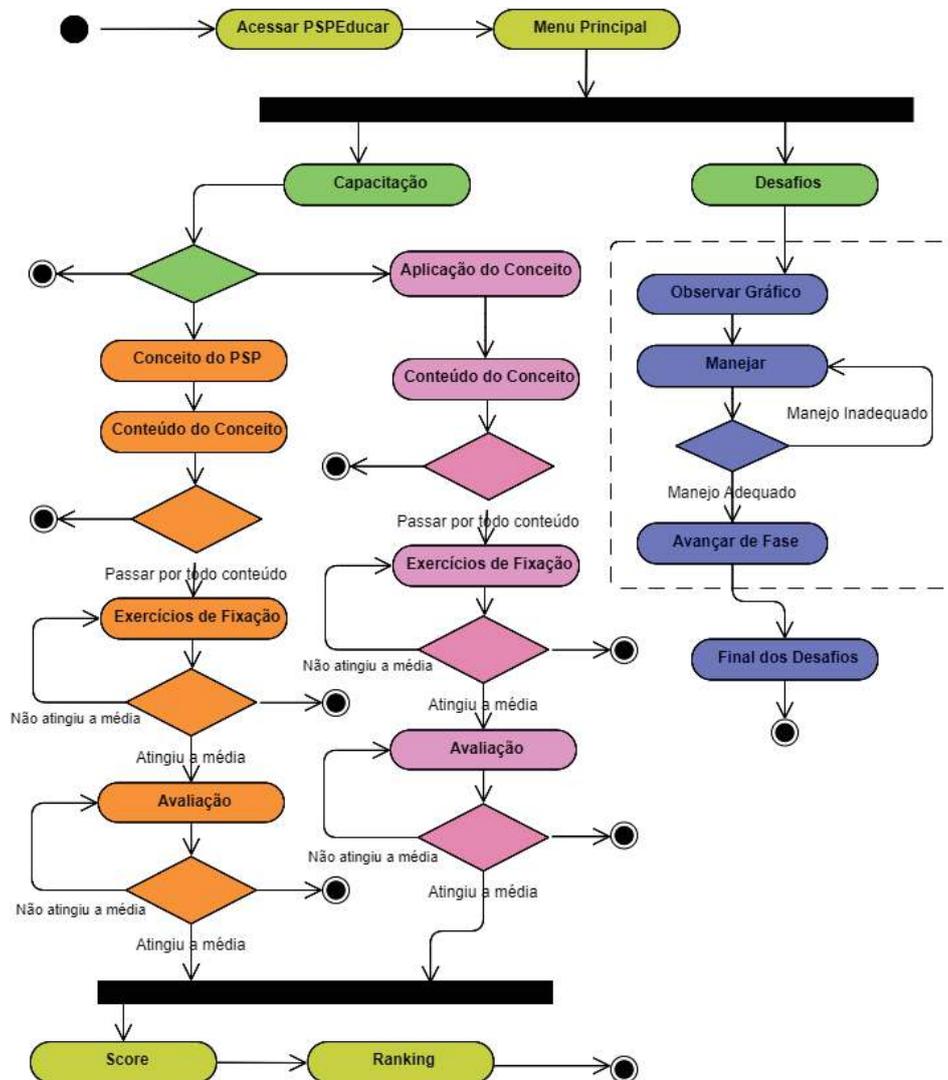
Assim, para tornar a apresentação dessas atividades mais clara e menos poluídas, as atividades foram agrupadas em dois grupos distintas em relação ao menu principal da gamificação (1.Instruções, 2.Opções, 3.Capacitação, 4.Desafios, 5.Pesquisa, 6.Créditos e 7.Sair): 1) diagrama de atividades que abrange os itens 1, 2, 5, 6 e 7, contemplando as atividades mais simples; 2) diagrama de atividades que atende os itens 3 e 4, as atividades mais complexas do ecossistema. A Figura 20, apresenta o Diagrama de Atividades da Aplicação dos itens 1, 2, 5, 6 e 7.

Figura 20 – Diagrama de Atividades - Grupo 1



A Figura 21, apresenta o Diagrama de Atividades da Aplicação dos itens 3 e 4, referente ao Grupo 2.

Figura 21 – Diagrama de Atividades - Grupo 2



Fonte: Autor, (2024).

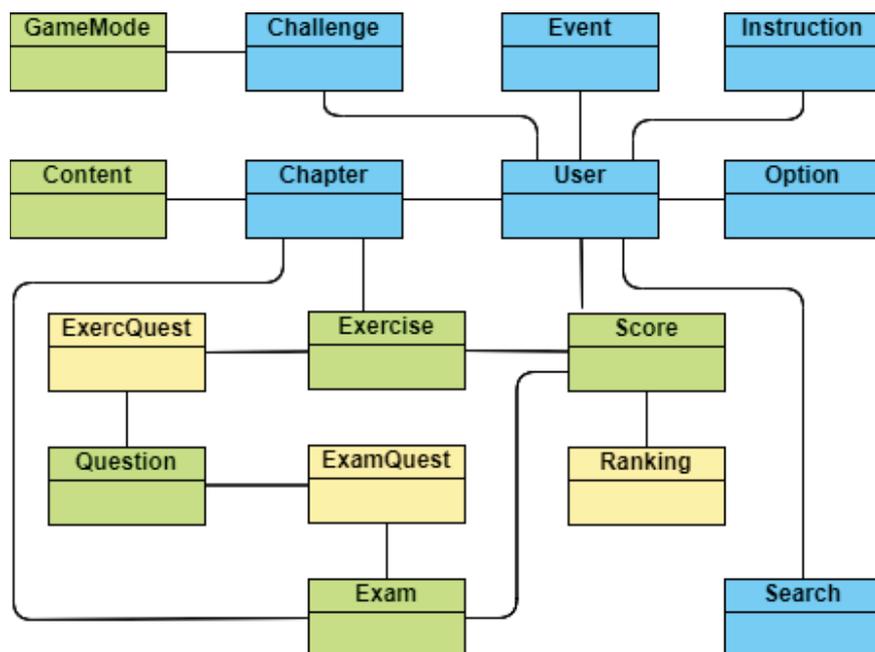
Um aspecto importante em relação ao consórcio forrageiro apresentado no ecossistema gamificado, é que de acordo com as espécies forrageiras adotadas, uma mescla forrageira diferente pode ser utilizada como referência na capacitação, bem como nos desafios, os tempos do ciclo de vida da cultivar e os tamanhos de entrada e saída das pastagens são diferentes, ou seja, o manejo do gado sobre a área plantada deve ser observado, procurando evitar uma carga animal ou o tempo de pastejo inadequado ou elevado, pois tal descuido irá interferir muito no ganho de recursos nutricionais/alimentícios para os animais e pouco minimizará o vazio forrageiro.

Todavia, os preceitos vão além de manejar adequadamente o gado, passa por conhecer as diferentes plantas forrageiras, suas características, para então pensar em combinações (mesclas), no sentido de ter sobreposição de curvas de crescimento, um manejo correto ao longo do ciclo e nos períodos de transição (fim do ciclo de uma forrageira e começo de outra), e assim, aumentar o ganho de peso animal, o ganho por área, reduzir o vazio forrageiro, além de outros benefícios intrínsecos (serviços ecossistêmicos, redução no uso de herbicidas, redução da presença de plantas invasoras, etc.).

O objetivo principal é verificar se o usuário compreendeu os conceitos e preceitos, bem como se é capaz de manejar adequadamente a entrada e saída do gado na cultivar e compreender os pilares do Conceito do Pasto sobre Pasto, alcançando com isso, todas as vantagens que traz a adoção desse novo conceito, a possibilidade de aplicação do conceito em diferentes contextos mediante as particularidades do sistema de produção e da região.

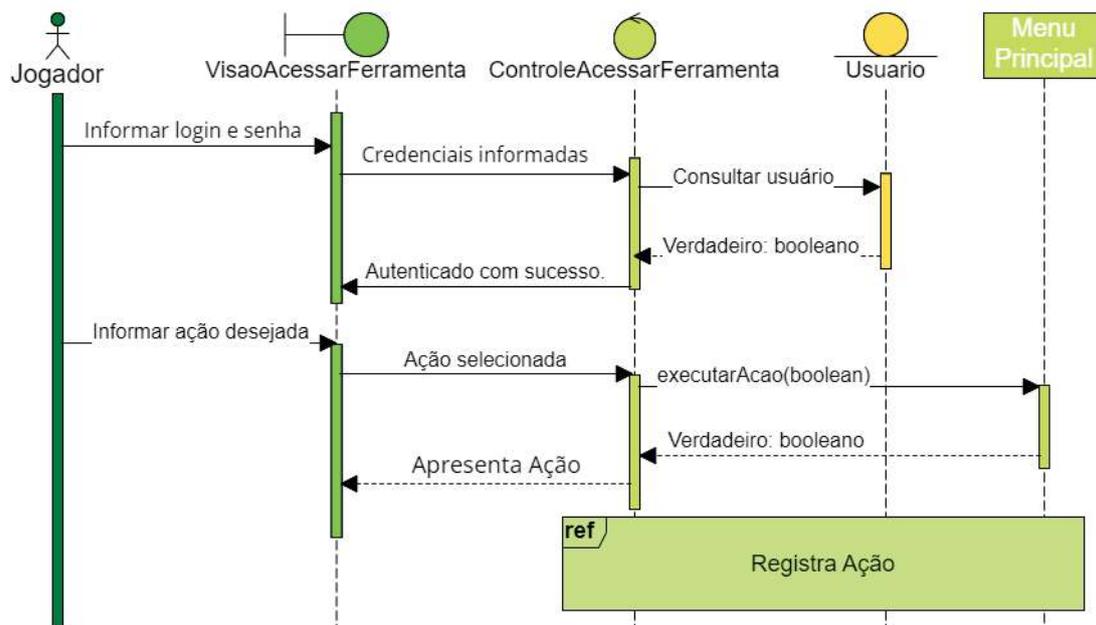
Já no diagrama de classes é um dos mais importantes, ele tem o objetivo mostrar a estrutura da associação entre as classes utilizadas pelo sistema. Conforme Guedes (2018), esse diagrama apresenta uma visão de como as classes se relacionam e estão organizadas, bem como os seus métodos e atributos, como demonstra na Figura 22 – Diagrama de Classes.

Figura 22 – Diagrama de Classes



Como pode ser verificado nos Diagramas de Caso de Uso, a partir de um ponto central (Menu Principal), a navegação da ferramenta e as demais funcionalidades da ferramenta são acessadas. Assim, para Guedes (2018), o Diagrama de Sequência permite visualizar o comportamento de maneira temporal, bem como a troca de mensagens entre os objetos de um determinado processo. A Figura 23, apresenta o Diagrama de Sequência desde a autenticação do jogador, o acesso das funcionalidades por meio do Menu Principal,

Figura 23 – Diagrama de Sequência do acesso pelo Menu Principal



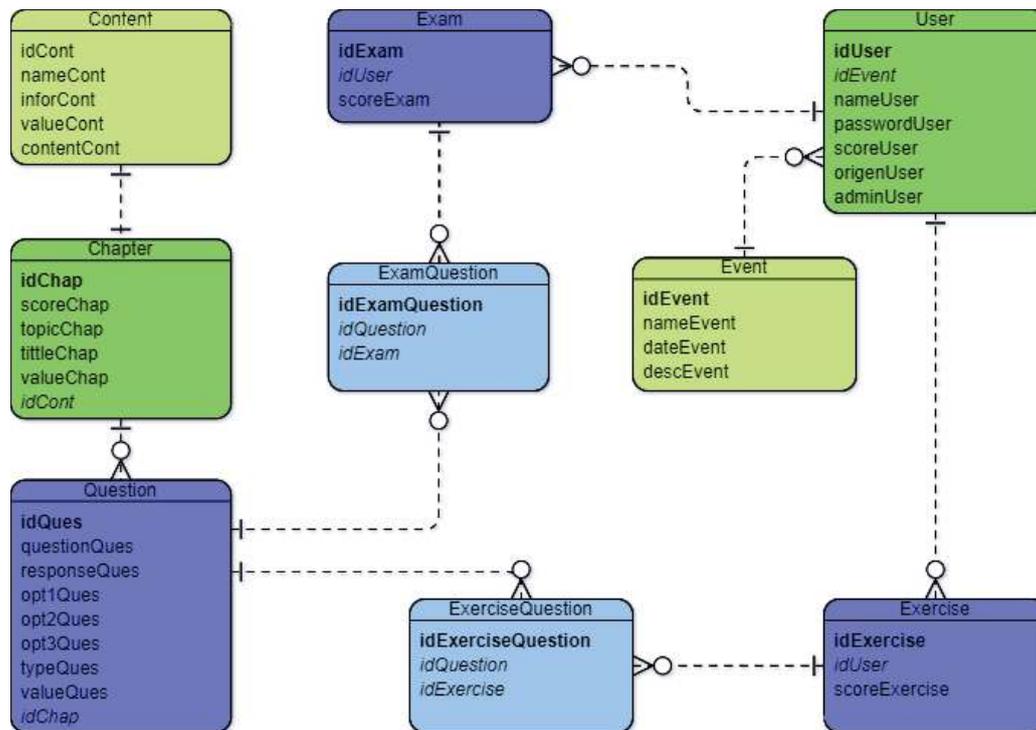
Fonte: Autor (2024)

Por último o mapeamento de classes em tabelas através do uso do estereótipo *Table*, cujo objetivo é mapear um modelo entidade-relacionamento em uma estrutura OO – Orientada a Objetos. De acordo com Guedes (2018), em casos mais simples, a classe persistente será representada por tabela, ou seja, uma classe estereotipada, na qual será preciso definir sua chave-primária.

Segundo Chiarello (2008), o mapeamento objeto-relacional é uma técnica que mapea as classes do tipo persistente em tabelas de banco de dados relacionais, onde os atributos de uma classe são mapeados em campos de uma tabela, como apresenta a Figura 24 – Diagrama de Mapeamento de Classes em Tabelas, abaixo.

A base tecnológica adotada foi a plataforma Unity 3D, *engine* responsável pelo

Figura 24 – Diagrama Objeto-Relacional



Fonte: Autor (2024)

suporte no desenvolvimento do ambiente tanto de capacitação quanto dos desafios. A ferramenta Visual Paradigm Online foi utilizada para a modelagem do projeto, pois é uma boa alternativa, apresentando um ambiente amigável e de fácil compreensão (GUEDES, 2018).

O jogo empregou o modo de jogo *Time Attack* (TA), promovendo uma corrida contra o tempo, forçando assim, uma tomada de decisão mais ágil por parte do jogador e aumentando a dinâmica do jogo, bem como gera mais emoção ao jogador. Além disso, possui mecânicas para manejo e interação com o jogo, nas quais são definidas pelo jogador por meio da observação das variações de um gráfico linear de alturas e faz uso de uma câmera isométrica para visualização do cenário.

3.3.3.1 Tecnologias

A base tecnológica adotada foi a plataforma Unity 3D e o C Sharp (responsável pelo desenvolvimento do ambiente tanto de capacitação quanto dos desafios e a ferramenta Visual Paradigm Online para a modelagem do projeto, pois é uma boa

alternativa (GUEDES, 2018). Os desafios utilizaram uma câmera isométrica para observação do ambiente virtual (para uma visualização de cenário mais ampla e adequada para o objetivo dos desafios da gamificação) e empregou o estilo de jogabilidade do tipo *Time Attack* (TA), visando uma tomada de decisão do usuário mais dinâmica. Além disso, foi desenvolvido um Administrativo (*Web*), o PHP 7 e o banco de dados MySQL.

Ao executar a gamificação, uma tela padrão dos jogos, gamificações ou aplicativos desenvolvidos junto a plataforma Unity, entrando no modo paisagem/orientação horizontal. Aparecem os logotipos da Unipampa, do Programa de Mestrado em Computação Aplicada e da EMBRAPA Pecuária Sul.

Após a apresentação da Tela de Abertura Unity, a tela de Acesso a gamificação é carregada, no qual solicita usuário e senha, também existe a possibilidade de realizar o cadastramento do usuário. Depois da autenticação na ferramenta, surge a tela de Menu apresentando sete opções distintas: Instruções, Opções, Capacitação, Desafios, Pesquisa, Créditos e Sair, como apresenta a Figura 25, apresenta o Menu Principal da gamificação.

Figura 25 – Menu Principal da Gamificação



Fonte: Autor, 2022.

A primeira opção de cima para baixo, da esquerda para direita, denominada Instruções, apresenta as regras e informações da gamificação.

Na segunda opção, chamada de Opções é responsável pelo controle dos áudios, como som e música, e reinicialização da pontuação do jogador.

Já a terceira opção, possibilita iniciar a Capacitação, propriamente dita, sendo

dividida em duas partes distintas (Conceito do Pasto sobre Pasto e Uso do Conceito do Pasto sobre Pasto na Prática). As capacitações são referentes ao Conceito do Pasto sobre Pasto e a Aplicação do Conceito do Pasto sobre Pasto, juntamente, com os exercícios de fixação com média igual ou superior a 7, bem como a avaliação final de cada módulo.

A quarta opção Desafios, onde o usuário põe em prática todos os conhecimentos adquiridos sobre o manejo e gestão do Conceito do Pasto sobre Pasto, emprega em uma propriedade virtual por meio de uma câmera isométrica, que melhor se adequa ao objetivo dos desafios, guiado pela observância das variações de um gráfico em linhas de manejo de alturas de entrada e saída animal da área, conduzindo a tomada de decisão pelo jogador de forma ágil, por meio de um mecanismo da gamificação do tipo *Time Attack* (TA).

Na quinta opção Pesquisa, apresenta ao usuário um formulário *web*, que levanta informações sobre a solução em diferentes dimensões.

Já a sexta opção Créditos, mostra alguns créditos importantes relacionados a áudios e vídeos utilizados dentro da ferramenta.

E finalmente, a sétima opção é o sair, responsável pelo encerramento da ferramenta gamificada.

O levantamento de requisitos, informações técnicas e das interações da propriedade rural foram obtidos através de pesquisa bibliográfica e de entrevistas informais com especialistas da EMBRAPA Pecuária Sul, tanto presenciais quanto virtuais.

Para implementação dos módulos foi utilizado o *engine* da Unity 3D, visando alcançar as funcionalidades propostas do ecossistema. Foi empregado o padrão de projeto *Singleton*, para o desenvolvimento de um elemento global e que seja acessível a qualquer objeto instanciado do ecossistema. Essa prática é amplamente utilizada no desenvolvimento de jogos digitais.

Para a modelagem do ambiente virtual dos desafios, foram realizadas reuniões técnicas com profissionais da Embrapa Pecuária Sul e Unipampa.

Com o intuito de agilizar e facilitar o processo de manutenibilidade do ecossistema, a documentação foi criada seguindo os padrões de documentação de projetos. Os diagramas utilizados na documentação da gamificação foram construídos utilizando a linguagem UML, por ser um padrão de documentação de *software* amplamente adotada, através da ferramenta *online* Visual Paradigm, por disponibilizar

a construção de uma ampla variedade de diagramas de maneira indutiva e gratuita.

Já o desenvolvimento dos *scripts* implementados empregando padrões de *software* utilizando a linguagem C#, integrado a *scripts* PHP e banco de dados MySQL e para o desenvolvimento do Administrativo *Web*.

3.3.3.2 PSPEducar - Capacitação Gamificada

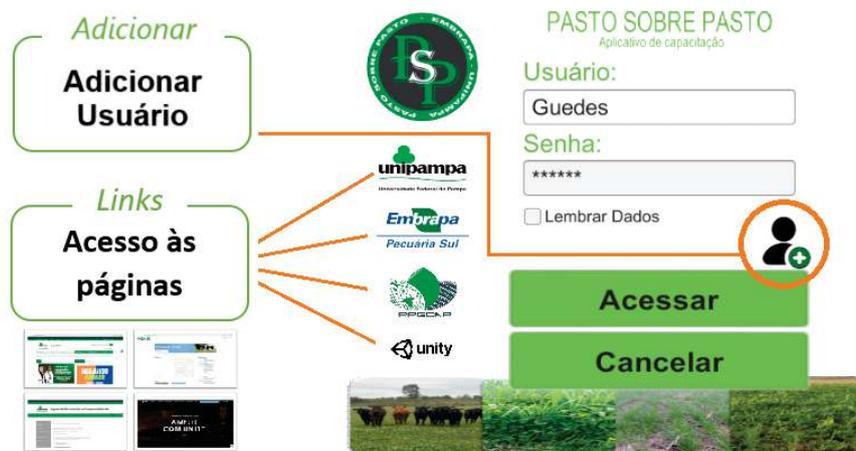
Este trabalho busca disponibilizar ao produtor rural, técnicos e extensionistas ou qualquer estudante ou profissional da área agropecuária, um ecossistema gamificado para capacitação e desafios do conceito e da aplicação da Lógica do Pasto sobre Pasto. No qual além de capacitar o usuário, também visa por à prova, se o jogador introjetou o conhecimento adequado da capacitação através dos desafios do tipo *Time Attack*, que é direcionado pela observação das alterações ocorridas nas alturas de entrada e saída das pastagens, sendo percebidas por meio da visualização de um gráfico em linhas, que apresenta a evolução da pastagem, forçando uma interação e uma tomada de decisão mais dinâmico no manejo.

Quando a aplicação inicia, surge um formulário de autenticação, no qual solicita ao usuário, o *login* (usuário) e a senha, que após a sua devida verificação, dá ao jogador acesso à ferramenta.

Além disso, nessa mesma tela de *login*, dá acesso as páginas das instituições de ensino e pesquisa vinculadas ou que tem relação direta com esse trabalho: Unipampa - Universidade Federal do Pampa, EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Unidade Pecuária-Sul) e PPGCAP - Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada, bem como do *game engine* (Unity 3D) adotado nesse trabalho, através do clique sobre as suas logomarcas. A Figura 26, apresenta a tela de autenticação da aplicação gamificação, destacando os elementos de acesso às páginas e o mecanismo de adição de novos usuários.

Caso, o usuário não tenha ainda suas credências de acesso a ferramenta, ele necessita realizar o registro do usuário, através do acesso pelo botão de registro (uma silueta preta com um círculo verde e uma marcação de adição em branco dentro dele), que leva para uma aplicação *web* como um mecanismo de registro e cadastramento do usuário, no qual solicita as seguintes informações: nome do usuário, uma senha, a instituição/propriedade que o usuário está vinculado e o evento, que deseja participar,

Figura 26 – Autenticação da Aplicação



Fonte: Autor (2024)

por meio da escolha em um caixa de seleção (evento, previamente, cadastrado pelo administrador).

Os eventos são cadastrados, previamente pelo administrador do ecossistema antes de ser apresentado para o público, no qual será instruído sobre o conceito. Cada evento receberá o seu gerenciamento e análise de progressão e usuários vinculados nele por essa aplicação administrativa *web*. Após isso, o usuário está habilitado a acessar o ecossistema gamificado de capacitação PSPEducar. A Figura 27, demonstra o formulário de registro de um novo usuário ao ecossistema gamificado.

Figura 27 – Registro de Novo Usuário/Jogador

Fonte: Autor (2024)

Ao se autenticar na ferramenta, surge o Menu Principal, no qual é responsável por acessar as principais funcionalidades da gamificação. A Figura 28, apresenta o Menu Principal, logo após o jogador se autenticar junto a ferramenta.

Figura 28 – Menu Principal



Fonte: Autor (2024)

Esse menu principal está organizado por sete componentes ou opções de funcionalidades distintas:

1) Instruções apresentam as regras e informações da gamificação. A Figura 29, exhibe as instruções da gamificação.

Figura 29 – Instruções da Gamificação



Fonte: Autor (2024)

2) Na segunda opção, chamada de Opções tem a responsabilidade da configuração dos áudios, como som e música, e reinicialização da pontuação do jogador. Através de *checkboxes* para habilitar e desabilitar a função sonora, bem como *sliders* para ajustar a altura do áudio. Além disso, conta com um botão para realizar o *reset* do *score* do usuário, ou seja, apaga o arquivo chave-valor que a classe *PlayerPrefs* gravou com a progressão do usuário. A Figura 30, apresenta as opções de configuração da aplicação.

Figura 30 – Opções de Configuração



Fonte: Autor (2024)

3) A terceira opção, denominada Capacitação, é responsável por apresentar ao usuário um ambiente de ensino/capacitação, na qual está dividida em duas partes ou módulos distintos (Conceito do Pasto sobre Pasto e Uso do Conceito do Pasto sobre Pasto na Prática), que além de trazer conceitos, objetivos, princípios, pilares, características, aplicações e informações sobre a lógica do Pasto sobre Pasto, conta também exercícios de fixação e avaliações sobre cada módulo. A Figura 31, apresenta a tela de seleção dos Módulos de Capacitação da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática (Conceito da Lógica e Uso da Lógica).

Ao selecionar um dos módulos de capacitação, surge uma outra tela com um painel com três opções táteis (botões): conteúdo teórico, exercícios de fixação e avaliação final, que são habilitados para acesso de acordo com a progressão do jogador. Que dependendo da nota alcançada, ele habilita mais estrelas, ou seja, se o usuário atingir a nota máxima (dez), todas as estrelas laterais ao número ficaram em amarelo. A Figura 32, apresenta os

Figura 31 – Divisão da Capacitação



Fonte: Autor (2024)

Módulos de Capacitação Básica e Complementar.

Figura 32 – Opções de Capacitação



Fonte: Autor (2024)

Também disponibiliza exercícios de fixação desse conteúdo (caso seja necessário, o usuário pode se valer da ajuda, através do acesso a *links* sobre o conteúdo, a fim de auxiliar nas respostas das questões solicitadas), do mesmo modo no final de cada capacitação é apresentado uma avaliação do módulo, cujo intuito é verificar e medir os conhecimentos que o usuário conseguiu obter.

Se o jogador atingir a nota mínima de 7,0, o usuário poderá progredir para a próxima etapa do conteúdo, caso contrário, ele terá de repetir a avaliação (tal característica

é baseada na metodologia **Peer Instruction**, na qual é adotada tanto para as avaliações quanto para os exercícios de fixação) ou ele poderá seguir a orientação apresentada no final da bateria de questões (tela de desempenho), por exemplo, se o usuário alcançar média menor do que 7, ele deverá repassar pelo conceito e aplicação novamente e prestar os exercícios e a avaliação outra vez até atingir a aprovação. A qualquer momento dos exercícios ou das avaliações, o usuário pode voltar para o início do módulo selecionado.

A modalidade da gamificação aplicado é do tipo *quiz*, apresentando 10 questões com três alternativas de resposta. Ao selecionar uma resposta, o mecanismo destaca em verde a resposta correta, bem como as alternativa erradas em vermelho. Além disso, exibe uma barra de progressão (abaixo em cor verde), que é responsável por orientar o jogador em qual posição ou número de questão que ele se encontra. Ao finalizar as questões, um tela de desempenho é apresentada, com a nota, *feedback* do desempenho e dois botões de controle: confirmação do resultado ou repetir a atividade.

Esse mesmo mecanismo se aplica à avaliação final de cada módulo. Contudo, o que difere é a maior escassez de material de apoio, ou seja, não apresenta acesso ao *link* interno, onde o conteúdo está visualmente mais explícito. E sim, somente o *link* externo, que é uma publicação tratando do tema, fazendo que o jogador tenha que fazer um esforço maior para encontrar as respostas nesse local.

Tal proposta é uma das características adotadas pela metodologia de ensino 4CID, que propõem a escassez progressiva de apoio. A Figura 33, mostra o *core loop* tanto dos Exercícios de Fixação quanto da Avaliação Final (modo de gamificação do tipo *Quizzes*) e o *feedback* do desempenho.

Figura 33 – Modelo de Exercícios de Fixação com *feedback*



Fonte: Autor (2024)

Outro mecanismo que deve ser destacado, o recurso de material de apoio, que o

jogador pode acessar na hora que estiver realizando os *quizzes* através do acessos de *links*.

Os ícones de documento em PDF são *links* internos e os *links* externos são os ícone de nuvem com um *link*, que ambos estão localizados no rodapé do *quiz*, ao lado direito da marcação de ajuda em vermelho, tem a função de apresentar conteúdos técnicos de apoio e consulta para responder as questões e fixar melhor o conteúdo. Na Figura 34, exhibe o material de apoio acessado através de um *link* interno (PDF à esquerda) e o *link* externo (Circular Técnica à direita).

Figura 34 – Material de Apoio através de *Links* Interno e Externo



Fonte: Autor (2024)

Após a realização do *quiz* do exercício de fixação do conceito e da avaliação final de cada módulo, uma próxima tela é apresentada, o *score* do jogador e logo depois a tela de *ranking* geral. A Figura 35, apresenta as telas de *score* e *ranking* do jogador.

Figura 35 – Score e Ranking do jogador



Fonte: Autor (2024)

4) A quarta opção, chamada de Desafios, simula um ambiente virtual, no qual permite ao jogador realizar o plantio e verificar as mudanças e transições das pastagens (alterações das alturas de entrada e saída do gado), por meio da observação de um gráfico linear de alturas da forragem.

Os desafios adotam um modo de gamificação do gênero *Time Attack*, no qual o tempo entra em contagem regressiva de dez até zero, obrigando a cada mudança da altura da forrageira, o jogador a tomar uma decisão de manejo, enquanto não acertar o manejo adequado, o tempo continuará decrementando até atingir o zero e apresentar a mensagem Tempo Esgotado (*Game Over*) e o desafio é finalizado. Assim, o jogador precisa realizar o manejo mais adequado para progredir e completar os desafios.

Esse módulo tem como finalidade avaliar se o produtor rural ou estudante da área da agropecuária executa o manejo adequado em uma propriedade virtual.

Na Figura 36, exhibe as telas de Progressão, apresentando o painel de controle de manejo, uma descrição da lotação e um gráfico linear de alteração de crescimento da mescla forrageira, bem como a contagem regressiva acima do gráfico e a tela de Tempo Esgotado.

Figura 36 – Progressão e Tempo Esgotado



Fonte: Autor (2024)

O manejo realizado no módulo de Desafios, conta com um sistema de alertas tanto para sucesso quanto para fracasso. Cada qual apresenta o mesmo comportamento, que surgem no meio do campo de visão do jogador quando ativados. O alerta consiste na aparição de um ícone dinâmico de transição temporária por alguns milissegundos e depois desaparece.

A cada erro é destacado, por meio do surgimento uma marcação em X vermelho no meio da tela. E por sua vez, a cada acerto, surge uma marcação em forma de estrela

amarela também ao centro do campo de visão do jogador e a mudança do estado da pastagem e uma nova contagem regressiva começa a ser realizada até finalizar a fase do desafio.

Na Figura 37, mostra os dois exemplos de utilização deste sistema Erro e Acerto. Esse *core loop* ocorre até o final de todas as fases do desafio ou até o esgotamento do tempo de cada tomada de decisão de manejo (ativando o *Game Over*), que o jogador deve fazer ou até o fim do módulo de desafios e atingir a vitória, ou seja, obtem o ótimo de manejo com a lógica do Pasto sobre Pasto.

Figura 37 – Erro e Acerto



Fonte: Autor (2024)

A Figura 38, exibe quando o jogador consegue atingir o ótimo de manejo e é parabenizado pela vitória dos Desafios, surgindo um painel de congratulações e apresentando as seguintes mensagens: "Jogo concluído com sucesso!" e "O manejo foi empregado corretamente".

Figura 38 – Vitória sobre os Desafios



Fonte: Autor (2024)

5) Na quinta opção intitulada de Pesquisa, apresenta ao usuário um formulário *web*, que levanta informações sobre a solução em diferentes dimensões. A Figura 39, apresenta o formulário *web* do questionário de *PlayTesting*, responsável por fazer testes de usabilidade e conformidade com o usuário.

Figura 39 – Questionário de *PlayTesting*

Questionário *Playtesting*

Este formulário tem o objetivo de avaliar a experiência gamificada proporcionada pelo PSPEducar, jogo desenvolvido para auxiliar no ensino/aprendizagem do Conceito do Pasto sobre Pasto.

O preenchimento demora menos de 10 minutos e agradeço a colaboração.

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

[Próxima](#) [Limpar formulário](#)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

Fonte: Autor (2024)

6) A sexta opção, denominada de Créditos, mostra alguns créditos relacionados aos áudios e vídeos usados no PSPEducar. Cada item traz uma descrição e acesso a essas referências através de *links* destacados em azul. A Figura 40, mostra a tela de Créditos.

Figura 40 – Tela de Créditos



Fonte: Autor (2024)

7) Sair, responsável pelo encerramento da gamificação.

Finalmente, o acesso externo, um sistema administrativo *web* chamado PSPEducar *Online*, para o seu desenvolvimento foi utilizado os seguintes ferramentas:

- Linguagem de programação PHP7 para gestão de informações;
- Banco de dados MySQL, no qual é acessado tanto pelo administrativo (PHP) quanto pela gamificação (C#);
- Google Charts para implementação de gráficos e estatísticas.

Esse administrativo *web* está hospedado em um servidor externo, no endereço: <https://pspeducar.com/>, no qual apresenta funções distintas entre o jogador/usuário e o administrador da gamificação PSPEducar.

O acesso para o cadastro de novos usuários ou para o mecanismo de autenticação do usuário administrador, se dá por meio do acesso ao logotipo da gamificação no canto inferior direito da página inicial da aplicação (como está destacado na cor laranja na Figura 41). A Figura 41, apresenta o *site* do PSPEducar *Online* para o descarregamento da ferramenta gamificada.

Figura 41 – PSPEducar Online



Como, em geral, um novo usuário deverá efetuar o cadastramento de novos jogadores, por meio do botão de Registrar Usuário, na tela de autenticação da gamificação. Assim, esse mecanismo de acesso não precisa ficar tão explícito aos usuários não especializados.

Como usuário padrão (jogador), é permitido o cadastramento de novos jogadores e também como fonte de *download* da ferramenta de capacitação PSPEducator em duas plataformas diferentes, sendo a opção de um *apk* denominado *pspeducar_androids.apk* para dispositivos móveis, sistema operacional Android ou de um pacote compactado chamado de *PSPEducator.rar* para *desktop/laptop*, o sistema operacional Microsoft Windows, ou seja, as opções disponibilizadas para uso da aplicação foram escolhidas, devido a maior abrangência de usuários, que utilizam essas plataformas.

Já como administrador, que tem a função de gerir a ferramenta gamificada de maneira remota, podendo administrar a aplicação, analisando as suas estatísticas, gráficos e informações sobre usuários e eventos, como por exemplo, evolução na capacitação e *score* do jogador. A Figura 42, apresenta o Acesso do Administrativo *web* e a aba Estatísticas do ecossistema gamificado PSPEducator.

Figura 42 – Administrativo *Web* e Estatísticas da aplicação



Fonte: Autor (2024)

Além disso, permite o gerenciamento dos usuários, eventos, *score*, *ranking*, entre outros, bem como a concessão de tornar um usuário padrão em administrador. A Figura 43, apresenta o gerenciamento e cadastramento de eventos e usuários da aplicação.

Através desse administrativo *web*, é possível que o palestrante cadastre e planeje adequadamente os eventos, no quais irá aplicar a ferramenta de capacitação PSPEducator e acompanhar o desempenho dos usuários/jogadores por cada evento gerado.

Figura 43 – Gerenciamento de Eventos e Usuários

The figure displays four screenshots of the application management interface, arranged in a 2x2 grid. Each screenshot shows a 'Gerenciador da Aplicação' header with a 'Deslogar' button and a navigation menu.

Top-Left Screenshot: Eventos Cadastrados

Includes a search bar for events and a table of registered events:

ID	Evento	Descrição	Data	Alterar	Deletar
1	Dia de Campo	Dia de Campo de Embrapa com a Unipampa - Campo Bagé	2022-05-12	Editar	Apagar
2	Expofeira de Bagé - RS	Palavra de Embrapa sobre o conceito de PSP - Pasto sobre Pasto	2022-05-20	Editar	Apagar

Top-Right Screenshot: Cadastro de Eventos

Includes a form for creating a new event with fields for 'Nome do Evento', 'dd/mm/aaaa', and 'Descrição do Evento', and a 'Cadastrar Evento' button.

Bottom-Left Screenshot: Usuários Cadastrados

Includes a search bar for users and a table of registered users:

ID	Nome	Senha	Origem	Administrador	Score	Evento	Alterar	Deletar
91	marcia	marcia	Embrapa	1	9.5	Expofeira de Bagé - RS	Editar	Apagar
102	abner	123	Unipampa	1	8.5	Expofeira de Bagé - RS	Editar	Apagar
1	admin	123456	Embrapa	1	8.5	Dia de Campo	Editar	Apagar
5	Admin	admin	Embrapa	1	0	Expofeira de Bagé - RS	Editar	Apagar
8	erico	erico	Unipampa	1	0	Expofeira de Bagé - RS	Editar	Apagar

Bottom-Right Screenshot: Cadastro de Usuários

Includes a form for creating a new user with fields for 'Usuário', 'Senha', 'Empresa/Propriedade', 'Administrador?' (checkbox), and 'Dia de Campo', and a 'Cadastrar Usuário' button.

Fonte: Autor (2024)

3.3.4 Desenvolvimento da Gamificação PSPEducar

Neste seção serão apresentas os principais elementos do desenvolvimento da gamificação PSPEducar.

3.3.5 Conceito Central

O desenvolvimento da ferramenta de capacitação gamificada recebeu o nome de PSPEducar (Pasto sobre Pasto Educar), pois trata da capacitação e aplicação da Lógica do Pasto sobre Pasto.

3.3.6 Gênero

O gênero desse ecossistema gamificado tem como seu foco principal não meramente no entretenimento, mas também como uma ferramenta de apoio a

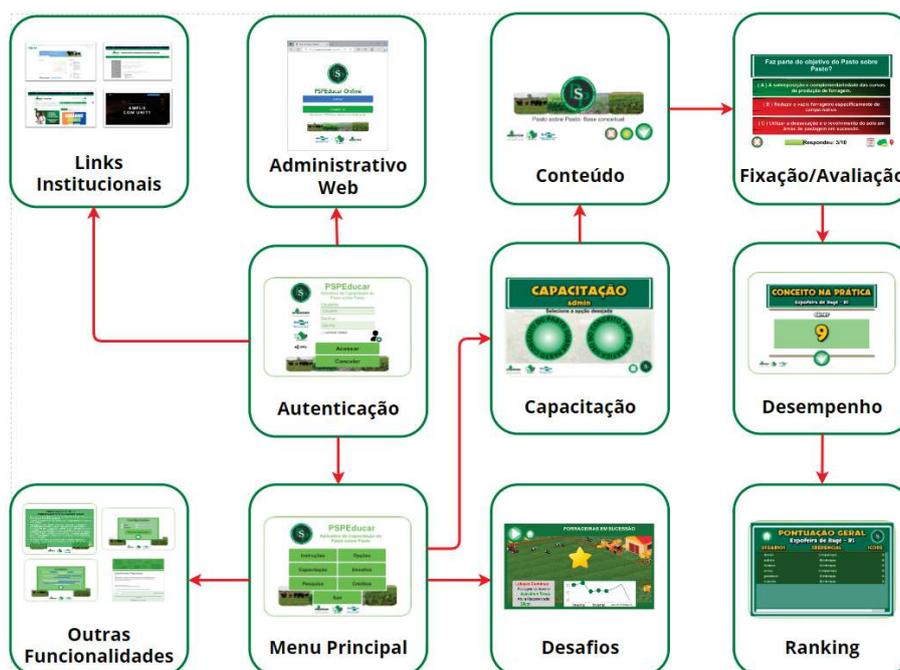
ensino-aprendizagem da Lógica do Pasto sobre Pasto de forma lúdica, baseada em teorias de aprendizagem integrado com TICs.

3.3.7 Arquitetura

Essa aplicação é do tipo *stand-alone* adota o modo *singleplayer*, utilizando uma arquitetura modular, visa a facilidade de manutenibilidade da ferramenta, com componentes cliente-servidor, pois requer a autenticação dos usuários para acesso a ferramenta e a troca de informações com o servidor para gravação do desempenho e recuperação de dados do lado do cliente. E gestão das informação dos usuários, eventos e monitoramento de gerenciais do lado do servidor através de um administrativo *web*.

O *Workflow* da ferramenta visa representar o fluxo de controle das atividades da arquitetura do jogo, ajudando a visualizar as etapas e ações envolvidas no processo e a relação entre os módulos, ou seja, descreve todas ações dos módulos do início até fim da gamificação. A Figura 44, apresenta o diagrama do *Workflow* da arquitetura do ecossistema gamificado. Para uma visão mais granulada sobre esse aspecto, pode ser encontrada no Apêndice A.

Figura 44 – Diagrama da Arquitetura do Ecossistema Gamificado PSPEducar



Para contemplar todas as funcionalidades contidas no documento de requisitos, a gamificação foi dividida em sete componentes distintos. Ao executar a ferramenta, a tela padrão da *game engine* Unity é apresentada. Quando a aplicação é carregada, o usuário pode realizar 03 ações possíveis: 1) se autenticar no jogo; 2) acessar o administrativo *web*, para cadastrar um novo usuário; e 3) acessar as páginas das instituições ligadas ao PPGCAP (Unipampa, Embrapa, PPGCAP e Unity).

Quando o jogador se autentica ao PSPEducar é acessado por meio de um menu principal, que por sua vez dá acesso a sete funcionalidades possíveis:

1. Instruções, como o próprio nome diz, apresenta as instruções e regras de como a ferramenta funciona;
2. Opções - área responsável por controle tanto do som quanto da música e reset do score do usuário;
3. Capacitação:
 - 3.1 Conceito do Pasto sobre Pasto, que visa capacitar sobre o conceito, e que está dividido em três partes distintas (capacitação básica, exercícios de fixação e avaliação). O primeiro apresenta o conteúdo correspondente ao conceito; depois de passar por toda teoria, será habilitado para realização dos exercícios referente aos tópicos tratados, testando com isso, se o usuário atingiu o índice mínimo aceitável de aprovação de conteúdo, que passa desde os conceitos, objetivos, princípios e pilares, bem como habilita para progredir para o segundo módulo (capacitação complementar); após a resolução dos exercícios de fixação, o usuário tem a possibilidade de realizar a avaliação desse módulo, como o intuito de verificar se o usuário atingiu o índice mínimo aceitável de aprovação de conteúdo;
 - 3.2 Uso do Conceito Pasto sobre Pasto na Prática - é responsável por tratar da capacitação da Aplicação do Pasto sobre Pasto, técnicas de manejo, alturas e saídas de pastagens, tipos de forrageiras, tempo de ciclo de vida da espécie, vazio forrageiro, estratégias de redução do vazio forrageiro, e possibilidade de cooperar ou viver em consorciação com outra(s) espécie(s); da mesma forma, após explorar o conteúdo correspondente a esse segundo módulo, os

exercícios de fixação desse tema estarão disponíveis, caso tenha alcançado a média mínima; atingindo a média, a avaliação desse módulo estará disponível.

4. Desafios, onde o usuário pode pôr a prova os conhecimentos adquiridos na área de plantio/pastagem em um ambiente virtual, aplicando o conceito do Pasto sobre Pasto, a mescla forrageira testada pela EMBRAPA (Azevém + Trevo branco e Capim Sudão), observar a sua consorciação, manejando as alturas de entrada e saída do gado sobre as pastagens e o ganho tanto na produção de pastagem quanto na redução do vazio forrageiro. Os desafios empregam uma modalidade do tipo *Time Attack*, que de acordo com a indicação na mudança das alturas das pastagens, que é apresentado por um gráfico em linhas, força o usuário realizar a tomada de decisão com o manejo mais adequado com o gado, antes que o tempo se esgote, e assim, passar por todas transições da mescla;
5. Pesquisa, apresenta um formulário *web* ao jogador, com a finalidade de avaliar a ferramenta em várias dimensões;
6. Créditos - mostra os créditos da gamificação;
7. Sair - encerra a aplicação.

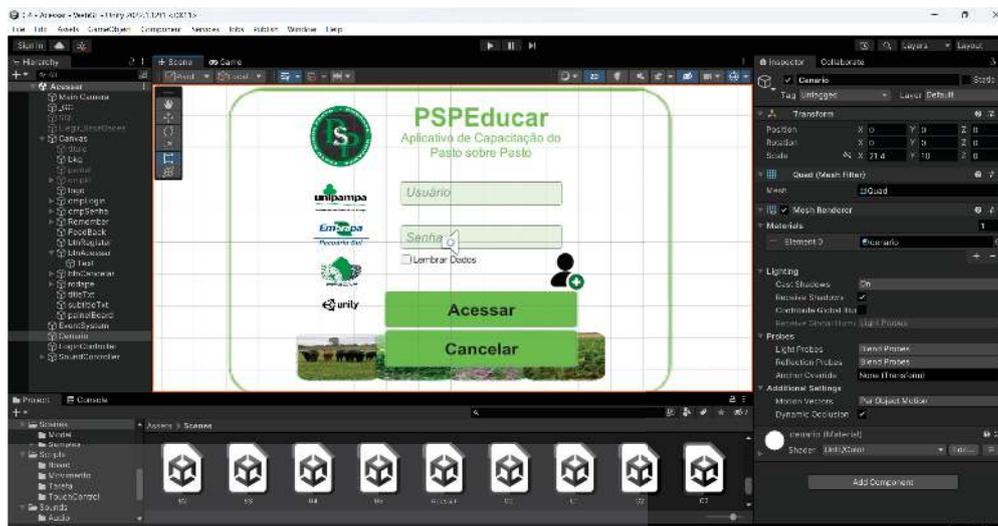
A ferramenta também apresenta um administrativo *web*, um *site* gestor, que controla todos os usuários, eventos, *scores*, entre outros.

3.3.8 Plataforma de Desenvolvimento

Segundo para Unity (2023), Braga et al. (2019), a plataforma adotada para o desenvolvimento da capacitação gamificação foi a Unity. Um motor gráfico versátil, que permite compilar a aplicação para diversos sistemas operacionais, sem a necessidade de alterações no código ou no projeto, por exemplo, Android, Windows, etc.

Também é amplamente utilizado para o desenvolvimento de jogos, detentor de mais de 30% do mercado mundial e conta com uma grande comunidade de desenvolvedores e entusiastas da área (6SENSE, 2023; UNITY, 2023). A Figura 45, apresenta a plataforma Unity versão 2022.1.12f1, na qual foi adotada para o desenvolvimento desse trabalho.

Figura 45 – Unity Game Engine



Fonte: Autor (2024)

3.3.9 Linguagens de Desenvolvimento e Banco de Dados

Para Deitel, Deitel e Steinbuhler (2003), a aplicação *stand-alone* foi utilizado o C# por ser a linguagem nativa do motor gráfico Unity e alto grau de compatibilidade com o Visual Studio Code (IDE utilizada para o desenvolvimento da aplicação).

Conforme KAMMAKOMATI, M. (2018), o PHP é uma linguagem *web*, na qual tem uma comunidade bastante ativa e amplamente utilizada, nativamente utiliza como base de dados o MySQL, por ser um padrão adotado pelos pacotes de desenvolvimento XAMP/LAMP (Fernandes et al., 2016).

3.3.9.1 Autenticação com Banco de Dados

O método principal da codificação C# que é responsável por fazer a requisição ao banco de dados através de um *script* PHP, que é alimentado com as credencias do usuário (*login* e *senha*) via *get* e verifica as informações de acesso do jogador. A Figura 46, apresenta o método *Logar()* de validação, persistência e autenticação do usuário junto a gamificação.

Inicialmente, o *login* ou *senha* são verificados se não estão vazios, caso contrário, as credencias são capturadas e é dado a possibilidade de se persistir em memória essas informações utilizando o método *PlayerPrefs* e assim, esse método *Logar()* encerra-se

Figura 46 – Método de Autenticação do Usuário

```

45 //A autenticação do usuário vai Get
46 public void Logar()
47 {
48     if (userField.text == "" || passField.text == "")
49     {
50         FeedBackError("Preencha todos os dados!");
51     }
52     else
53     {
54         loginL = userField.text;
55         string usuario = userField.text;
56         userL = usuario;
57         string senha = passField.text;
58         passL = senha;
59
60
61         if (rememberData.isOn)
62         {
63             PlayerPrefs.SetInt("remember", 1);
64
65             PlayerPrefs.SetString("rememberUser", usuario);
66             PlayerPrefs.SetString("rememberPass", senha);
67         }
68
69
70         WWW www = new WWW(url + "?login=" + usuario + "&senha=" + senha);
71
72         StartCoroutine(checkLogin(www));
73
74         StartCoroutine(Data());
75     }
76 }
77

```

Fonte: Autor (2024)

executando o lançamento da requisição com os atributos usuário e senha através da corrotina *checkLogin(www)*, que recebe a extensão *www* e da corrotina *Data*, para transmissão dos dados.

3.3.9.2 Verifica a Resposta Correta

Para a verificação da alternativa correta dos *Quizzes*, foi desenvolvido um método em C#, que recebe a alternativa escolhida, incrementa ao contador de quantidade respondida e chama o método da barra de progressão. Se a resposta for correta um som de acerto será ativa, caso contrário o de erro soará e a alternativa correta será destacada em verde. A Figura 47, apresenta o método do C# de verificação da alternativa correta.

O método *responder* parte da verificação se estará *exibindoCorreta*, que destaque da resposta correta, tendo essa sido respondida corretamente ou não, seguido pelo incremento da quantidade de respostas e a ativação do avanço da barra de progressão.

Figura 47 – Método de Verificação de Resposta

```
1 public void responder(string alternativa)
2 {
3     qtdRespondida += 1;
4     progressaoBarra(); //Chama a barra de progressão
5     if (correta[ListaPerguntas[idResponder]] == alternativa)
6     {
7         qtdAcertos += 1;
8         soundController.playAcerto();
9     } else {
10        soundController.playErro();
11    }
12    switch (correta[ListaPerguntas[idResponder]])
13    {
14        case "A":
15            idbtnCorreto = 0;
16            break;
17        case "B":
18            idbtnCorreto = 1;
19            break;
20        case "C":
21            idbtnCorreto = 2;
22            break;
23    }
24    if (mostrarCorreta == true)
25    {
26        foreach (Button b in botoes)
27        {
28            b.image.color = corErro;
29        }
30        exibindoCorreta = true;
31        botoes[idbtnCorreto].image.color = corAcerto;
32        StartCoroutine("mostrarAlternativaCorreta");
33    }
34    else
35    {
36        exibindoCorreta = true;
37        StartCoroutine("aguardarProxima");
38    }
39 }
```

✓ Não foi encontrado nenhum problema

Fonte: Autor (2024)

Além disso, o disparo do som relacionado ao sucesso ou fracasso na resposta obtida, a partir de um conjunto de três opções distintas (A, B ou C). E a *flag* *mostrarCorreta* ativa o mecanismo de destaque das respostas, se errado lança o método *mostrarAlternativaCorreta* e a corrotina *aguardarProxima* é lançada.

3.3.9.3 Carrega o Ranking

A *class scoreSelect* C# retorna a consulta do *ranking* do jogador, através da requisição a um *script* PHP, chamado *scoreSelect.php*, que busca na base de dados pelo *id* do jogador e retorna o nome, origem e *score* do usuário. Apresentando essas em forma de lista ordenada do maior para o menor o *score* em que o jogador está posicionado. A Figura 48, apresenta a classe C# de consulta ao *Ranking*.

Figura 48 – Classe de Consulta do *Ranking* do Jogador

```

6 public class scoreSelect : MonoBehaviour
7 {
8     public Text id;
9     public Text name;
10    public Text origen;
11    public Text score;
12    public Text events;
13    private string u;
14    private string s;
15    private string e;
16    private string ie;
17    private string i;
18    private string o;
19
20    string URL = "https://pspeducar.com/scoreSelect.php";
21    public string[] usersData;
22
23    public void scoreLoading()
24    {
25        StartCoroutine(Data());
26    }
27    IEnumerator Data()
28    {
29        WWW users = new WWW(URL + "?id=" + userSelect.i + "&evento=" + userSelect.ie);
30        yield return users;
31        string usersDataString = users.text;
32        usersData = usersDataString.Split('*');
33
34        u = usersData[1];
35        s = usersData[3];
36        o = usersData[2];
37        name.text = u;
38        score.text = s;
39        origen.text = o;
40    }
41 }

```

Fonte: Autor (2024)

Os atributos (*id*, *name*, *origen*, *score* e *events*) são inseridos em um *array* denominado de *usersData* através do lançamento do *script scoreSelect.php*. o método *scoreLoading()* ativa a corrotina *Data()*, que realiza o ETL (*Extract, Transform e Load*) da tela de apresentação do *ranking*. A tela de *ranking* apresenta as seguintes colunas: usuário, origem e *score*.

3.3.10 Problema Enfrentado

Inicialmente, a aplicação foi hospedada em um servidor gratuito, no qual não havia garantia de disponibilidade de entrega de serviço 24/7 (24h por dia e 7 dias na semana), pois era frequentemente comum ocorrer uma solicitação de autenticação por algum usuário e o servidor não estava disponível.

Assim, optou-se pela contratação de um serviço de hospedagem pago, no qual mantivesse a disponibilidade da aplicação no ar 24/7, bem como o acesso simultâneo de vários usuários. Atualmente, a ferramenta está hospedada na Hostinger International, através do endereço eletrônico: *www.pspeducar.com*.

No que se refere ao tópico segurança, *backup* e disponibilidade do serviço fica a cargo ao provedor. Entretanto, as questões de segurança também são tratadas no mecanismo de autenticação e acesso ao banco, como por exemplo, implantação de filtros de validação, que tem o objetivo de verificar um valor correspondente a um padrão previamente especificado, bem como os filtros *sanitize*, que são técnicas e métodos responsáveis por remover elementos indesejados, perigosos ou maliciosos, bem como usados para limpar dados.

3.3.11 Testes

A metodologia utilizada na verificação e validação (V & V), bem como na aplicação de testes sobre ferramenta PSPEducar, adotou o método iterativo e flexível de *design* de *games* em V Fullerton (2018), no qual está dividido em 04 etapas: Concepção, Pré-Produção, Produção e Controle de Qualidade (ADAMS, 2014; RABIN, 2013).

Para MARTINS (2007):

Um *software* precisa ser testado para descobrir erros que foram feitos durante o projeto e a construção, sendo conduzidos através de uma estratégia, que integra os métodos de teste, os passos e os roteiros. A estratégia de teste deve ser planejada sob medida para cada projeto, considerando o tempo que será investido no projeto, a disponibilidade de recursos e a tecnologia utilizada na construção da aplicação.

A etapa inicial, denominada Concepção, engloba o conceito inicial do projeto, juntamente com seus objetivos, atributos da equipe de produção, descrição dos recursos

necessários, orçamento e cronograma. Estabelecer uma estratégia que abrange a parte de testes, implantação e iteração.

De acordo com Adams (2014), o *High Concept Document* (HCD), é responsável por documentar o conceito do projeto de maneira clara e sucinta, ocupando no mínimo 2 e não devendo ultrapassar 4 páginas, contemplando a descrição da ideia central da gamificação, o gênero, um resumo da história, a plataforma, os objetivos e o público-alvo. Já Bates (2004) diz, que para uma explicação mais básica do jogo, o *high concept* deve ter entre uma ou duas linhas. Assim, durante essa etapa, também ocorre a seleção das ferramentas que serão empregadas no projeto. Para realizar essa seleção, foi realizada uma pesquisa e uma comparação entre as diversas ferramentas disponíveis.

Para Deitel, Deitel e Steinbuhler (2003) o Visual Studio Code utilizado como IDE (*Integrated Development Environment*), devido a sua compatibilidade com o motor gráfico e o C#, por ser a linguagem nativa da Unity; e ainda para Braga et al. (2019), Fernandes, Cardoso e Júnior (2016), Smith, Hartley e Mehdi (2013) e para KAMMAKOMATI, M. (2018) o PHP, por ser uma linguagem *web* e ter uma comunidade bastante ativa e amplamente utilizada e a base de dados usada foi o MySQL, por ser um padrão adotado pelos pacotes de desenvolvimento XAMPP/LAMP (*Cross-Platform (X), Apache (A), MySQL (M), PHP (P), and Perl (P)/Linux (L), Apache (A), MySQL (M), and PHP (P)*). A Figura 49, exibe as ferramentas adotadas para o processo de desenvolvimento da PSPEducar.

Figura 49 – Ferramentas adotadas para o processo de implementação da PSPEducar



Já na etapa de Pré-produção, o processo de produção é iniciado e a ideia inicial recebe um refinamento gradual, a apresentação conceitual é desenvolvida, as tecnologias utilizadas na implementação da gamificação são definidas, buscando verificar possíveis riscos, que possam ou não inviabilizarem a conclusão da gamificação. Nesse ponto, a arquitetura de sistema da gamificação é projetada, para que possa ser dividida em módulos independentes e que interajam uns com os outros.

Também, é nessa fase que o protótipo é desenvolvido, juntamente, com o *design* visual e a narrativa, e que determinados aspectos já possam ser testados. O *Game Design Document* (GDD) é responsável por continuar a documentação ao conceito da gamificação, sua elaboração começa no início do processo de desenvolvimento da gamificação e é concluído ao fim do documento (RABIN, 2013), no qual apresenta a visão geral, as ideias iniciais, os personagens, a história, a jogabilidade, o mundo da história, a plataforma, o posicionamento da gamificação, bem como as modificações que essas sofreram durante esse processo, o público-alvo, aspectos mercadológicos, e a lista de mídias necessárias. O final dessa etapa, permite chegar em um protótipo mais avançado por meio de um progresso tecnológico, *storyboards* e um planejamento visual e de projeto atualizado.

Na etapa de Produção, é a fase mais extensa e dispendiosa do processo, pois tem a função de executar as diretrizes estabelecidas na etapa de pré-produção. O aumento dos recursos necessários para produção está diretamente ligado a evolução do escopo do projeto.

Contudo, em um processo iterativo, os resultados gradativamente estão sendo refinados, e fatalmente, essas alterações afetarão toda a produção. Também nessa fase, que as funcionalidades, mecânicas do *game*, codificação e integração dos módulos projetados na arquitetura do sistema são desenvolvidos.

Além disso, nessa fase, a identidade visual do ambiente/mundo é criada, seus elementos visuais, seus modelos 2D e 3D e suas animações são construídos. Ainda, nesse momento, as trilhas musicais, efeitos sonoros, diálogos, mensagens, entre outros textos necessários são criados e adicionados a gamificação.

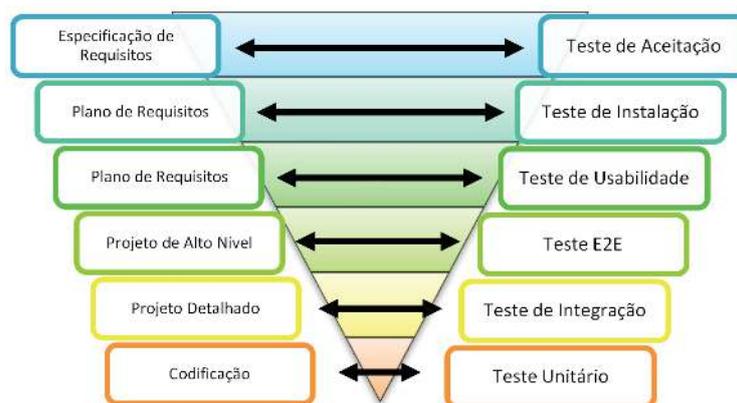
A última etapa Controle de Qualidade, também chamada de etapa de testes, busca garantir uma melhor qualidade da gamificação, destinado à detecção e correção de erros na ferramenta, segundo os requisitos estabelecidos, como por exemplo, interface, tempo,

pontuação, comandos, entre outros problemas enfrentados.

É importante confeccionar um documento de teste, que apresente todas as áreas, tópicos, requisitos e condições tratadas pelos testes, pois nessa fase mais de 70% da qualidade da gamificação é testada.

Com o intuito de identificar possíveis defeitos ou falhas (não conformidades com os requisitos ou com as necessidades do usuário) na ferramenta gamificada PSPEducar, e também verificar o correto funcionamento das mecânicas implementadas de gamificação, baseamo-nos no Modelo em V. Este modelo é uma representação visual que descreve o processo de verificação e validação do ecossistema gamificado. É usado para garantir a qualidade do *software* durante seu desenvolvimento (NBR ISO/IEC 12207, 2017) foram realizados os seguintes testes de *software*: testes unitários, teste de integração, teste E2E (*End to End*), teste de usabilidade, teste de instalação e teste de aceitação do usuário. Na Figura 50, exhibe o modelo em V, destacando os testes de *software* aplicados.

Figura 50 – Modelo em V dos Testes de *Software* aplicados na ferramenta



Fonte: Autor (2024)

Já para Pressman (2011):

O teste de *software* é um elemento de um tópico mais amplo, muitas vezes conhecido como verificação e validação (V&V). Verificação refere-se ao conjunto de tarefas que garantem que o *software* implementa corretamente uma função específica. Validação refere-se a um conjunto de tarefas que asseguram que o *software* foi criado e pode ser rastreado segundo os requisitos do cliente.

Durante o processo de desenvolvimento do ecossistema, cada componente do sistema deve ser testado unitariamente, verificando se o comportamento planejado foi

implementado de maneira correta. Assim, os testes de unidade são os primeiros a serem implementados; esses também são chamados de testes unitários ou testes funcionais ou ainda denominados de testes de módulo e estão preocupados na verificação de cada unidade, cada funcionalidade de um determinado trecho de código ou ainda testar blocos específicos ou cada método (menor unidade) que está inserido dentro do projeto *software* em contextos isolados.

De acordo com Wazlawick (2011):

Os testes de unidade representam uma prática fundamental no desenvolvimento de software e têm como principal objetivo a verificação da correta implementação de unidades individuais do software, tais como métodos, procedimentos, classes ou pequenos pacotes de funções ou classes. Geralmente, esses testes são conduzidos pelo próprio desenvolvedor responsável pela codificação da unidade em questão, em vez de envolver a equipe de testes dedicada.

Os testes unitários foram aplicados durante o processo de codificação do ecossistema. Assim, cada método ou componente da aplicação passou por esse teste com intuito de verificar, isoladamente, se o comportamento é o esperado.

Em seguida, aplica-se o teste de integração, que visa encontrar erros ou desconformidades sempre após a integração de todos os componentes (métodos ou trechos de código significativos) na gamificação, sendo responsável pela verificação e implementação de programas. As técnicas de projeto de casos de teste que se concentram nos parâmetros de entrada e nos resultados são amplamente utilizadas, principalmente na fase de integração do processo de desenvolvimento.

Segundo Humble e Fearley (2014), devem ser sempre aplicados:

A comunicação da aplicação estabelece conexões com diversos sistemas externos através de múltiplos protocolos ou a aplicação é constituída por um conjunto de módulos com baixo grau de acoplamento, apresentando interações complexas entre os mesmos.

Assim, os testes de integração foram aplicados a fim de verificar as desconformidades no comportamento da integração de componentes (novos módulos, trechos de códigos significativos, mecanismos ou métodos) presentes na arquitetura da gamificação.

Logo depois, foi aplicado o teste E2E (*End to End*) ou teste ponta a ponta, responsável por verificar o comportamento do *software* do início ao fim, como se fosse

posto em produção.

Conforme Pressman (2011), são:

[...] um conjunto de testes variados são produzidos, visando principalmente abranger totalmente o sistema. Esses testes são executados considerando o sistema integralmente e a maneira pela qual o usuário interagirá com ele.

Os testes E2E estão dentre os mais trabalhosos e geram mais custo, entretanto, dá uma maior confiabilidade ao sistema. Contudo, não significa que o *software* esteja livre de falhas ou defeitos, pois é impossível testar todas as possibilidades do domínio de entrada de dados, bem como testar as diversas condições criadas pela lógica do programador (FILHO, 2013).

Para Clerissi et al. (2017), os testes E2E são uma abordagem relevante para melhorar a qualidade dos sistemas complexos, uma vez que exercita o sistema como um todo. Já para Vocke (2018), os testes *End-to-End* (E2E) assemelham aos testes de interface do usuário de uma maneira mais aprofundada, pois frequentemente orientam-se pela realização de testes por meio da interface do usuário, entretanto, vale destacar que a recíproca não é necessariamente verdadeira. No teste de E2E, verificou as funcionalidades do início ao fim da PSPEducar, passando por todo ecossistema, registro de usuários, autenticação, acesso a gamificação, a verificação das instruções, opções de ajuste de som e música, bem como reinicialização da conta do jogador.

Logo depois, a verificação da seleção das alternativas de módulo de capacitação, seu conteúdo, exercícios de fixação, progressão, avaliação por módulos de capacitação, desempenho alcançado, aceite ou repetição da atividade e pontuação atingida e *Ranking*. Ainda foram verificadas as transições entre cenas, os mecanismos de áudio e vídeo, e animações do conteúdo. A Figura 51, apresenta as telas de instruções e configurações da ferramenta.

A verificação do salvamento automático de progresso das atividades dos módulo de capacitação tanto do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto quando do Uso do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática, foram realizados por meio do avanço das etapas desse módulo, ou seja, após completar toda capacitação teórica (atividade 1).

O módulo habilita a execução dos exercícios de fixação (atividade 2); o jogador então, volta para o menu principal ou ainda pode encerrar a aplicação; Uma nova execução da gamificação é realizada ou apenas retorna, novamente, para o módulo anterior e

Figura 51 – Instruções e configurações da ferramenta



Fonte: Autor (2024)

a continuação da atividade avaliação final (atividade 3), ainda estará habilitada (se alcançado a média mínima de 7, nos exercícios de fixação), isto é, a partir do salvamento da anterior realizado, verifica-se assim, que foi salvo o estado anterior e carregada a cena de maneira correta.

Não gerando nenhuma anomalia na gamificação ou na sua pontuação do módulo ativado. A Figura 52, apresenta o salvamento automático após ter passado pelos exercícios de fixação (cena salva) e retornado para realizar a avaliação final do módulo, ou seja, a progressão foi carregada.

Figura 52 – Salvamento automático da progressão de atividades do módulo de capacitação

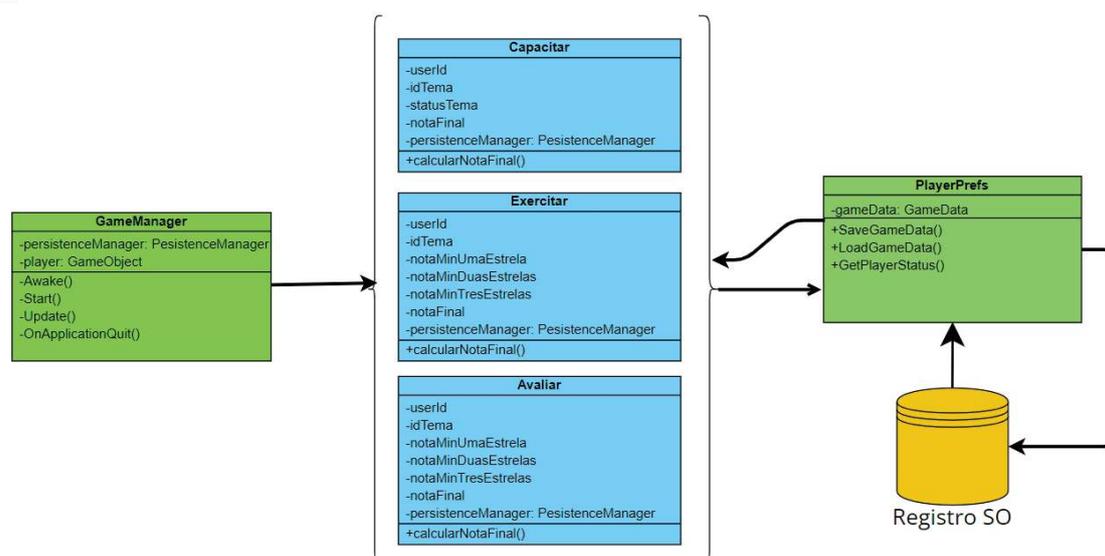


Fonte: Autor (2024)

O salvamento automático das etapas de cada módulo de capacitação é realizada através de uma classe chamada de *PlayerPrefs*, na qual permite que os dados sejam persistidos em um sistema chave-valor, onde fica gravado em memória secundária do

computador, como por meio do *id* do jogador, no registro do sistema operacional (UNITY, 2023). A Figura 53, apresenta o funcionamento da classe *PlayerPrefs*, que interage com a classe *GameManager* (classes nativas do Unity), nas quais são responsáveis por gerenciar e manter as informações da progressão do usuário dentro ecossistema, bem com no auxílio na gravação definitiva no banco de dados. Além disso, essas classes que compõem essa estrutura tanto permite a gravação quanto a recuperação de dados no registro do sistema operacional.

Figura 53 – Funcionamento da classe PlayerPrefs



Fonte: Autor (2024)

Cada módulo conta com 03 temas distintos de 1 a 3: 1) Capacitação Teórica; 2) Exercícios de Fixação; 3) Avaliação do Módulo.

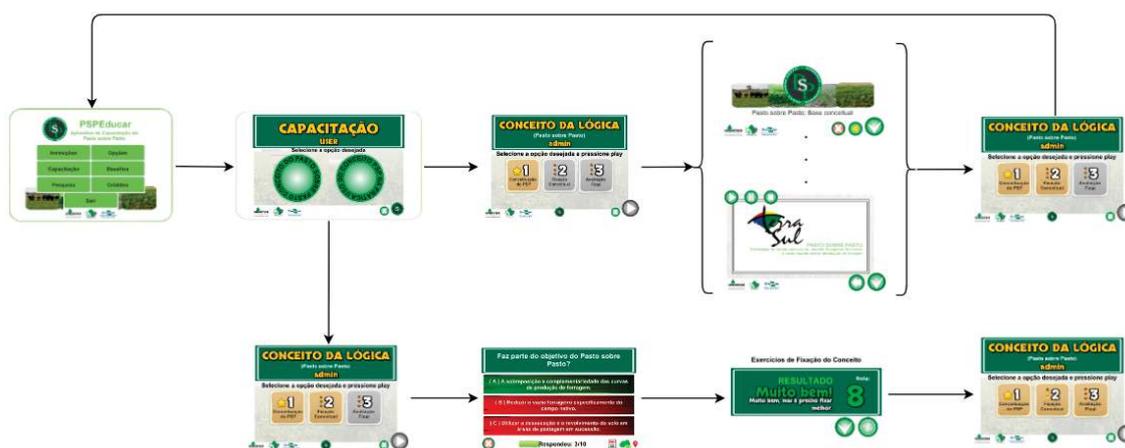
A comunicação do sistema de salvamento automático, se dá através de *checkpoints*, apenas armazena informações de interesse, como *id* do jogador, *flags* de *status* do tema realizado e pontuação alcançada em cada setor do módulo de capacitação, tornando assim, o processo de salvamento e carregamento mais leve e eficiente.

Esse processo exige pouco espaço em memória secundária, ou seja, cada arquivo é persistido no registro do sistema operacional. Assim, a partir da finalização do tema de capacitação teórica (Conceituação ou Aplicação da Lógica do Pasto sobre Pasto) é ativado e automaticamente o tema 1 (teórico) é salvo, e o tema 2 (exercícios de fixação) é habilitado para ser acessado. Esse mesmo processo se repete do tema 2 para o tema 3

(Avaliação), entretanto, esse último depende da nota da jogado.

Contudo, caso o jogador deseje retornar ao menu principal ou até mesmo sair da aplicação e retornar mais tarde, os temas já realizados serão carregados e manterão o estado do processo e pontuação atingida anteriormente salva. A Figura 54, mostra como esse sistema se comunica.

Figura 54 – Sistema de salvamento automático



Fonte: Autor (2024)

Além disso, foram testados os desafios propostos, o mecanismo de manejo, mecânicas de erros e acertos, por meio da observação da evolução do gráfico linear de crescimento das mesclas forrageiras, passando por todas as fases dos desafios. O manejo adequado do gado aplicado nessa variação de crescimento durante o período de cultivo tanto para as mesclas de inverno e verão. As variações de crescimentos das pastagens, os manejos de carga animal adequados e os resultados obtidos durante esse teste foram discutidos de maneira informal com especialistas da EMBRAPA Pecuária Sul.

Deste modo, a tomada de decisão no manejo da carga animal sobre a variação de crescimento e os resultados obtidos, adotando um alto grau de abstração, confirmam o correto funcionamento do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto, conforme o planejamento forrageiro. A Figura 55, apresenta os desafios da gamificação.

A etapa subsequente consiste na realização de um teste de usabilidade, cujo propósito é a avaliação do comportamento e interação dos usuários na execução de tarefas comuns, bem como observar os usuários manejando a ferramenta em questão. Essa atividade desempenha um papel fundamental na otimização do *software*, tornando-o mais

Figura 55 – Desafios propostos pela gamificação



Fonte: Autor (2024)

intuitivo e acessível aos usuários. O seu objetivo é verificar a capacidade da aplicação ser compreendido de maneira clara e operado de forma simples e eficaz pelos usuários.

Conforme Dumas e Loring (2008), o teste de usabilidade "[...] é uma forma sistemática de observar os usuários de um produto trabalhando com ele sob condições controladas”.

De acordo com Rubin, Chisnell e Spool (2008), os testes de usabilidade empregam técnicas para coletar dados empíricos enquanto observam os usuários finais representativos usando o produto/sistema para executar tarefas representativas e pode ser usado como método exploratório, de avaliação, de validação ou comparação de interfaces.

Segundo Goodman e Kuniavsky (2003), como o teste de usabilidade é mais adequado quando se pretende observar como as pessoas executam tarefas específicas, deve ser usado para examinar a funcionalidade dos recursos individuais (previamente selecionados), a maneira como são apresentados ao usuário e a interação entre o usuário e o sistema.

Com o intuito de verificar o correto comportamento e detecção de possíveis erros ou falhas da capacitação gamificada, foi realizado um teste de usabilidade com 26 alunos do ensino médio do Curso Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), campus Bagé, disciplina de Forragicultura, com média de 8,1.

Além da identificação de falhas, esse teste busca avaliar a experiência do jogador, tanto no que se refere à qualidade da interface quanto à jogabilidade, visando verificar a capacidade de executar todas as funcionalidades desenvolvidas no ecossistema.

Essa turma foi dividida em dois grupos: um grupo de controle e um grupo de

validação. O grupo de controle recebeu uma aula expositiva com *slides* e explicação sobre a Lógica do Pasto sobre Pasto como cerca de um pouco menos de 20min de duração. Logo depois, foi aplicada avaliação com um questionário de 15 questões elaboradas sobre o material teórico aplicado na aula.

O grupo de avaliação utilizou a ferramenta gamificada PSPEducar para sua capacitação e após o seu treinamento, a mesma avaliação foi aplicada na outra metade da turma (grupo de validação). O tempo médio do módulo de capacitação do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto foi de 10,52min e do módulo do Uso do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática foi de 16,47min.

Entretanto, isso pode variar devido ao tempo de respostas gastos nos exercícios de fixação e validação de cada módulo. O questionário contendo o conjunto de perguntas obtidas da avaliação dos grupos está disponível no Apêndice B.

Para o teste foram empregadas as duas versões de sistemas operacionais diferentes da ferramenta. Após a avaliação final, o *playtesting* foi aplicado, um questionário que abrange várias categorias utilizando a plataforma Google Forms. No qual solicita aos jogadores a realizarem diferentes tarefas na gamificação, de modo que todas as funcionalidades fossem abordadas e testadas, bem como por meio desse formulário o jogador pudesse relatar a sua experiência.

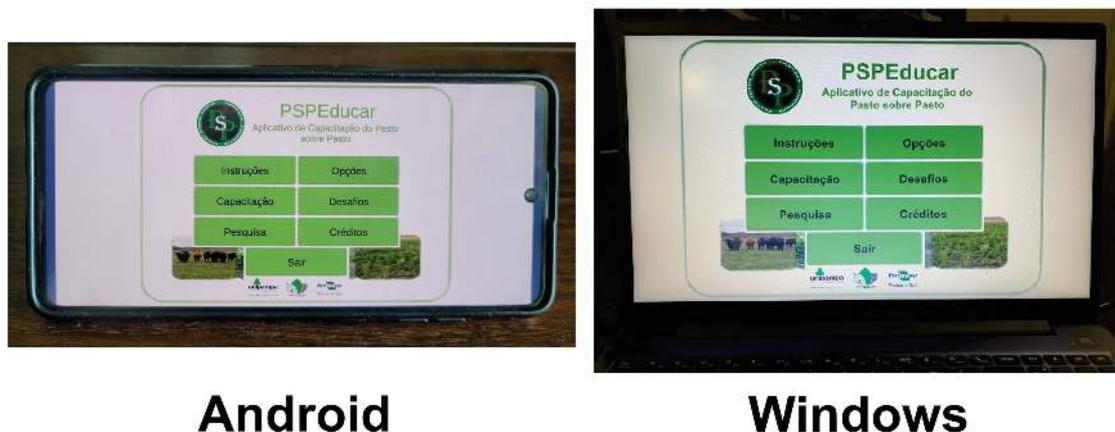
No teste de instalação da aplicação, analisa o processo de instalação da plataforma Windows e do apk Android, a partir de fontes desconhecidas, bem como sua resposta, desempenho, verificação de possível travamentos e bloqueios nos módulos, ajuste correto da resolução, enquadramento de tela e conteúdo, bem como se é instalado com sucesso sob diferentes condições e em diferentes tipos de máquina.

Para Rios e Moreira (2013), Bartie (2013), os testes de instalação/desinstalação buscam verificar se o *System Under Test* (SUT) será instalado conforme previsto em configurações de *hardware* e *software* distintas e em diferentes condições, conferindo o processo de instalação parcialmente, totalmente ou de alguma atualização do sistema.

Para a gamificação foi gerada uma versão *mobile* e *desktop*, nas quais foram testadas em seus respectivos sistemas operacionais e instalado de forma nativa: Android e Windows. Durante o teste de instalação/desinstalação, verificou-se o devido funcionamento da ferramenta PSPEducar nos sistemas operacionais. A Figura 56, apresenta as versões da ferramenta nos diferentes sistemas operacionais disponíveis para

download.

Figura 56 – Teste de Instalação das versões em diferentes sistemas operacionais da ferramenta



Fonte: Autor (2024)

Finalmente, o teste de aceitação do usuário, que busca avaliar a aprovação do artefato de *software* pelos usuários, visando uma garantia final de que o *software* satisfaz todos os requisitos funcionais, comportamentais e de desempenho. É importante a realização de validações humanas em certas situações, tais como revisão de código, testes exploratórios, testes de usabilidade, e por fim, testes de aceitação de usuário (MYERS; BADGETT; SANDLER, 2012).

Os testes de aceitação têm a finalidade de avaliar se o *software* está apto a entrar em produção, com base nos critérios de aceitação (ISO/IEC/IEEE, 2013).

De acordo com Hambling e Goathem (2013), os testes de aceitação de usuário são realizados com o objetivo de determinar se um sistema atende aos requisitos originais do usuário. Trata-se de verificar se o desenvolvedor conseguiu entender corretamente as especificações e validar se atende as expectativas, usando como *testers*, os próprios usuários e pode envolver ou não o apoio de profissionais envolvidos no projeto.

Embora os testes de aceitação se assemelhem aos testes de usabilidade, esses estão preocupados com requisitos funcionais, enquanto a usabilidade é mais abrangente, considerando os requisitos não funcionais.

Segundo Firesmith (2014), dentro do modelo em V, os testes de aceitação são responsáveis por realizar a Validação, enquanto que a Verificação é realizada pelos testes de unidade, de integração e de sistema. Trata-se de uma forma de teste de aceitação do

software realizada por desenvolvedores e testadores que fornecem *feedback* sobre a atual situação do sistema, antes da entrega para os usuários finais (MOHD; SHAHBODIN, 2015).

O teste executado pelo usuário final para verificar, antes de sua migração para um ambiente de produção, se o *software* sendo entregue atende aos requisitos definidos no projeto de desenvolvimento do *software* (HOODA; CHHILLAR, 2015).

Para uma melhor garantia de manutenibilidade do gamificação, a documentação do ecossistema foi construída utilizando a linguagem UML, pois se tratar de um padrão documental amplamente adotado, não só para desenvolvimento de *software*, mas para outras diversas áreas. Além disso, foi gerado também o GDD (*Game Design Document*), que segundo Rogers (2012) é o documento responsável pela concepção e caracterização do jogo, arquitetura, manual do desenvolvedor, entre outros aspectos, que se mantém em constante atualização até o processo de desenvolvimento do jogo ser concluído.

Contudo, como Rogers (2012) explica, não existe uma padronização desse documento, entretanto, para esse trabalho se baseia-se no modelo adotado por esse autor, pois é uma das mais aceitas entre a comunidade de desenvolvimento de jogos. Portanto, a documentação inicia-se a partir da criação dos diagramas de caso de uso, na fase de levantamento de requisitos, nos quais apresenta os requisitos funcionais e não funcionais do sistema. No qual, a cada *Sprint* de desenvolvimento, houve uma inspeção e refinamento de tais requisitos. O documento de requisitos está disponível no Apêndice D.

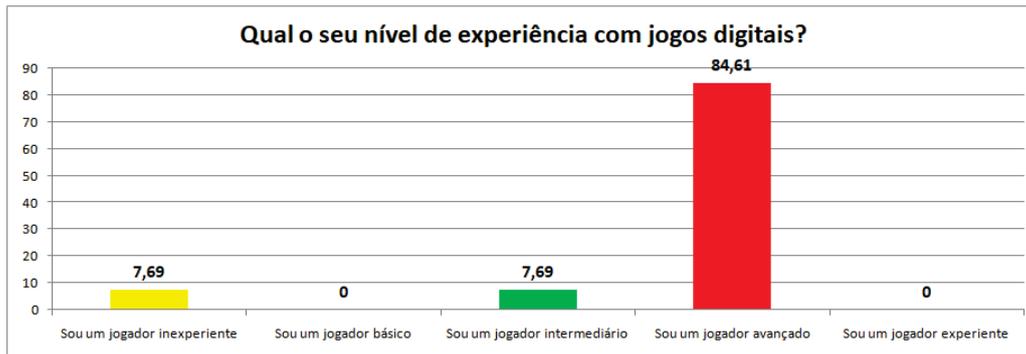
A arquitetura da gamificação foi inserida no GDD, na qual é constituída pelo diagrama de classes da arquitetura do sistema e pelo diagrama de blocos. O teste de usabilidade com os estudantes foi aplicado com o objetivo de avaliar a qualidade da interface e da jogabilidade, bem como detectar possíveis falhas no funcionamento da gamificação. E por meio deste, avaliar a execução de todas as funcionalidades da aplicação.

Inicialmente, o teste utilizou *playtests* e um formulário de questões disponível de forma *online* na plataforma do Google Forms. Esse questionário tem como objetivo avaliar a experiência dos jogadores, orientando os estudantes a executarem diferentes tarefas dentro da gamificação, fazendo com que todas as funcionalidades fossem testadas.

Como pode ser observado na Figura 57 apresenta o nível de experiência com

jogos digitais., para 84,61% dos estudantes se consideram jogadores avançados, 7,69% se identificam como jogadores intermediários e 7,69% se declaram como jogadores inexperientes. No que tange ao sistema operacional de preferência, a grande maioria dos jogadores indica o Android, ou seja, 76,92%, enquanto 23,08% escolheram o Windows. E o *smartphone* é a plataforma mais utilizada, como 100% de preferência.

Figura 57 – Nível de experiência dos estudantes com jogos digitais



Fonte: Autor (2024)

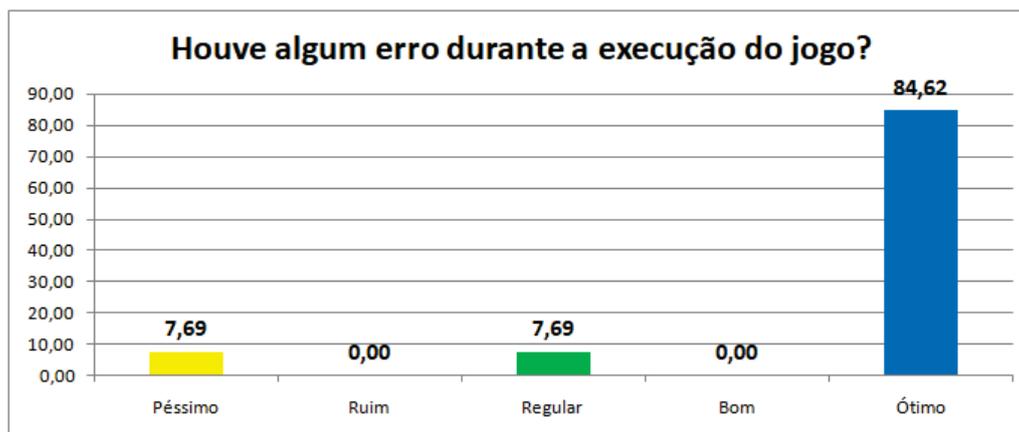
Em relação a jogabilidade, todos os conteúdos, resolução de exercícios, realização das avaliações finais por módulos e desafios foram concluídos com facilidade pelos estudantes, indicando que a jogabilidade da gamificação foi projetada corretamente. Foram identificadas algumas falhas no módulo Desafios pelos jogadores durante o teste, onde tiveram alguma dificuldade ou não conseguiram carregar corretamente esse módulo:

- Execução da ação do botão *play* do módulo Desafios não disparou o mecanismo de inicialização dos Desafios. O jogador empiricamente retornou para o menu principal, repetiu a ação novamente de executar os Desafios e funcionou corretamente. Entretanto, houve um caso, em que o jogador teve de sair da gamificação e iniciar novamente, mas a execução funcionou normalmente;
- Houve uma sobreposição de imagem sobre o texto de um painel explicativo dos comandos de inicialização dos Desafios (ícones de *play* e *home*, somente no sistema operacional Windows, devido ao ajuste da resolução da tela).

Como pode ser observado na Figura 58 apresenta o comportamento da execução das funcionalidades da gamificação, 84,62% dos jogadores apontaram como a gamificação funciona de maneira totalmente correta (Ótima), entretanto, 7,69%

classificaram como Regular, na qual houve um travamento no módulo Desafios, no qual foi necessário voltar para o menu principal e retornar para funcionar corretamente e 7,69% consideraram como Péssimo, pois enfrentaram o mesmo erro, porém nesse caso, foi necessário sair da aplicação e retornar para o devido funcionamento do módulo Desafios.

Figura 58 – Resultado do questionário aplicado aos estudantes sobre a facilidade na execução das funcionalidades da gamificação PSPEducar



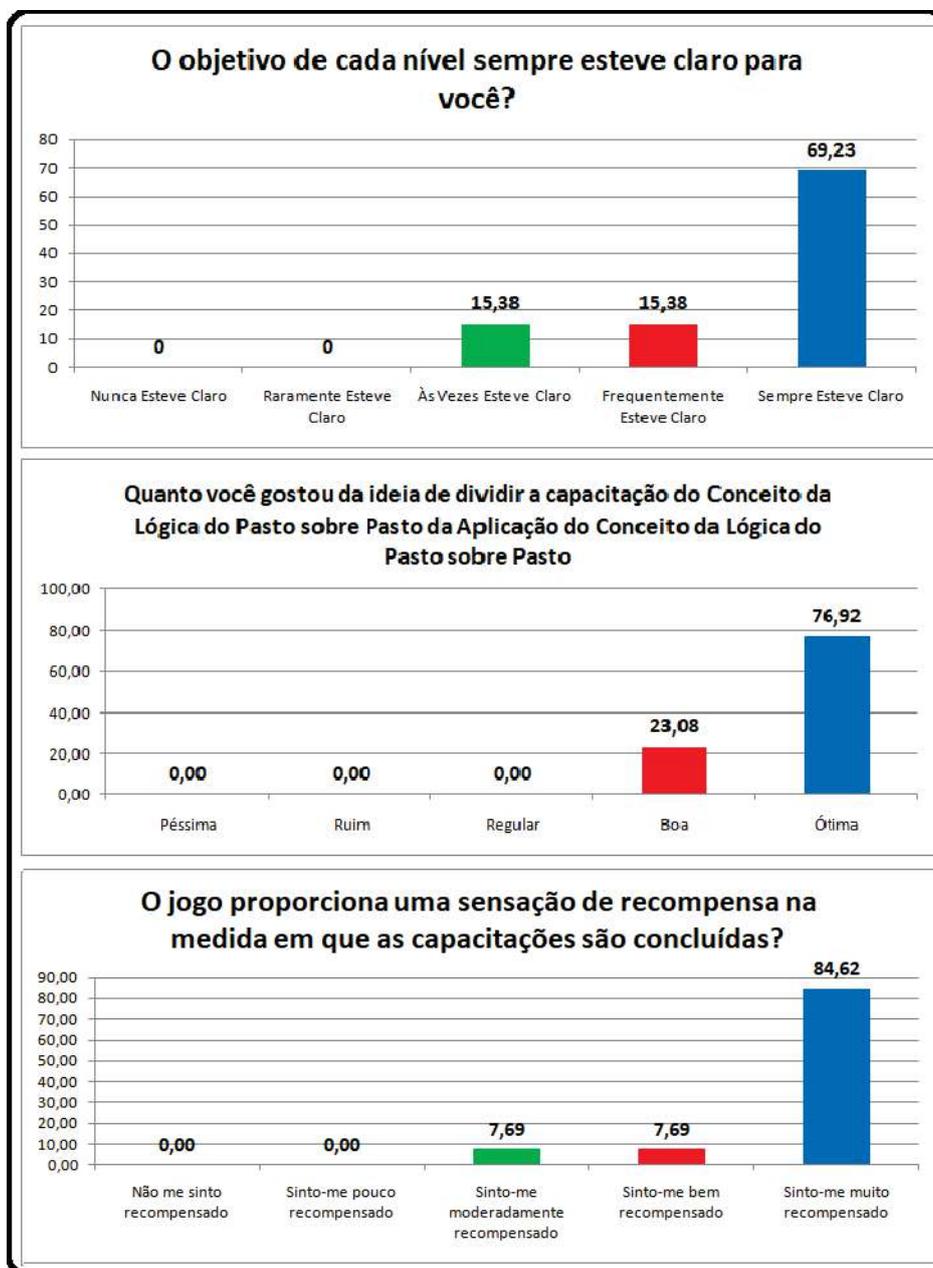
Fonte: Autor (2024)

Em relação à clareza do objetivo de cada nível, para 69,23% dos estudantes “Sempre Esteve Claro”, já para 15,38% dos jogadores “Frequentemente Esteve Claro” e para 15,38% da amostra “Às vezes Esteve Claro”. Quanto à divisão da capacitação em Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto do Uso do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática, para 69,23% dos jogadores Concordam Completamente, mas para 15,38% dos estudantes Concordam e 15,38% da amostra é Neutro em relação a divisão.

A gamificação proporciona uma sensação de recompensa, para 84,62% do público “Sente-se Muito Recompensado”, 7,69% dos usuários “Sente-se Bem Recompensado” e 7,69% dos estudantes “Sente-se Moderadamente Recompensado”. A Figura 59 apresenta a agregação de gráficos de objetivo, da divisão e da recompensa, respectivamente.

De acordo com a validade do uso da gamificação no ensino-aprendizagem de novos conteúdos, 84,62% dos estudantes “Concordam Completamente”, já 7,69% dos jogadores “Concordam” e 7,69% dos usuários são “Neutros” ao uso da gamificação para essa atividade. Na questão de usar esse ferramenta para difusão da Lógica do Pasto sobre Pasto, para 69,23% do público Concorda Completamente, mas 15,38% dessa amostra Concorda, já 15,38% desses jogadores são Neutros em utilizar essa

Figura 59 – Resultado do questionário aplicado aos estudantes sobre a clareza dos objetivos de cada fase (A), da divisão dos conceitos em capacitação e aplicação (B) e da sensação de recompensa (C) do ecossistema PSPEducar, respectivamente.

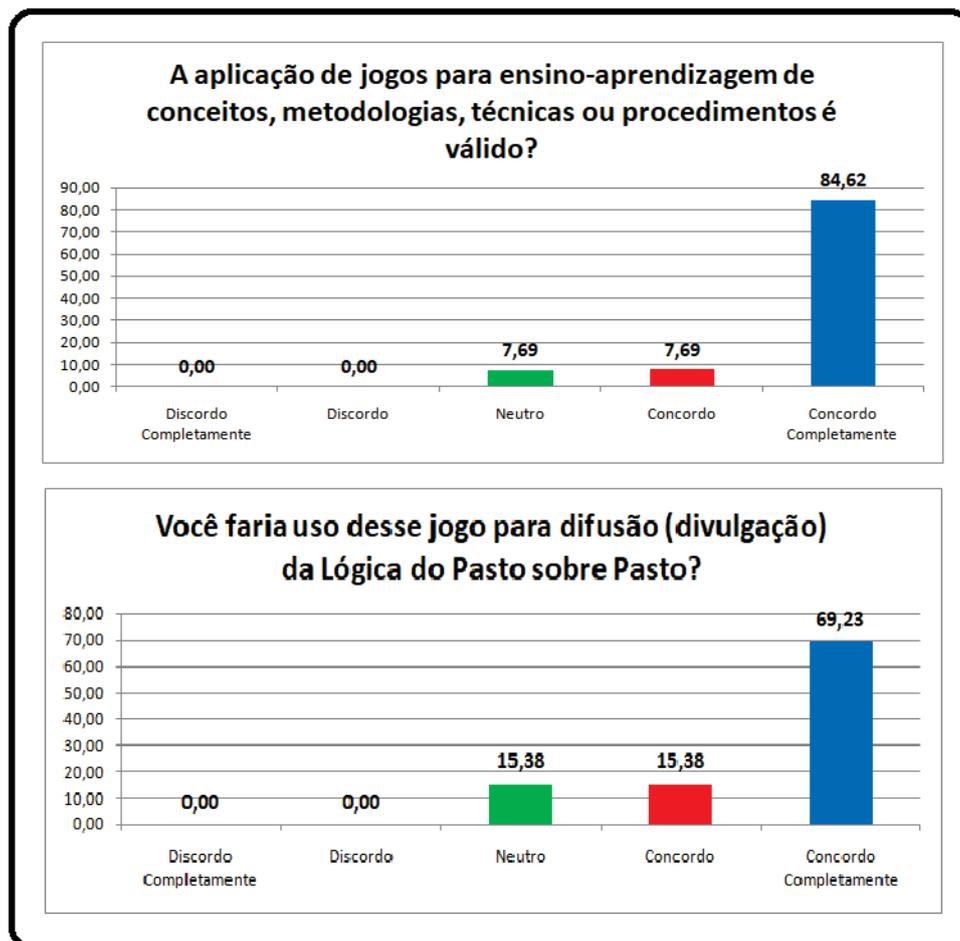


Fonte: Autor (2024)

ferramenta para divulgar essa lógica. A Figura 60 apresenta os resultados do uso de gamificações no ensino-aprendizagem de conteúdos e mecanismo de difusão da ferramenta, respectivamente.

No que tange a relevância dos Desafios propostos, referente a experiência dos jogadores, para 69,23% foi classificado como “Muito desafiador”, já para 30,77%

Figura 60 – Uso de gamificações no ensino-aprendizagem de conteúdos e mecanismo de difusão da ferramenta



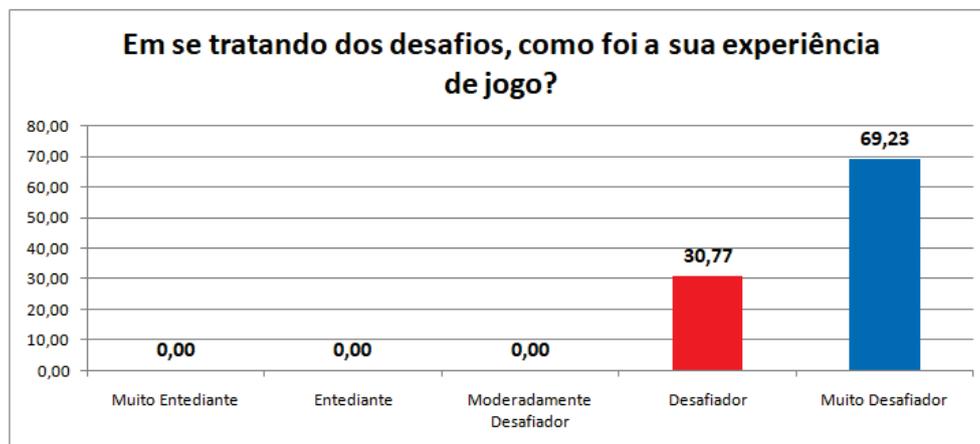
Fonte: Autor (2024)

consideraram como “Desafiador”. A proposta dos Desafios auxilia o entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto, para 100% dos estudantes entendem que é “Ótima”. A Figura 61 apresenta os resultados dos Desafios propostos e o quão eles auxiliam no entendimento da lógica, respectivamente.

Outras questões foram levantadas, quanto ao conhecimento relevante para o entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto, ao conhecimento relevante sobre o manejo de pastagem e a abordagem de outras mecânicas de desafios ajudariam para um melhor entendimento da lógica.

Para a primeira questão, para 84,62% dos jogadores concordam completamente como a relevância, para 7,69% dos estudantes concordam e 7,69% da amostra são neutros para relevância sobre o entendimento da lógica. Já para segunda questão, também

Figura 61 – Desafios propostos e o quão eles auxiliam para o entendimento da lógica



Fonte: Autor (2024)

para 84,62% dos estudantes concordam completamente como a relevância e 15,38% concordam com a relevância do conhecimento sobre o manejo. Ainda a questão de abordar outras mecânicas de Desafios, para 100% dos usuários consideram como “Sim, totalmente” úteis para um melhor entendimento da lógica.

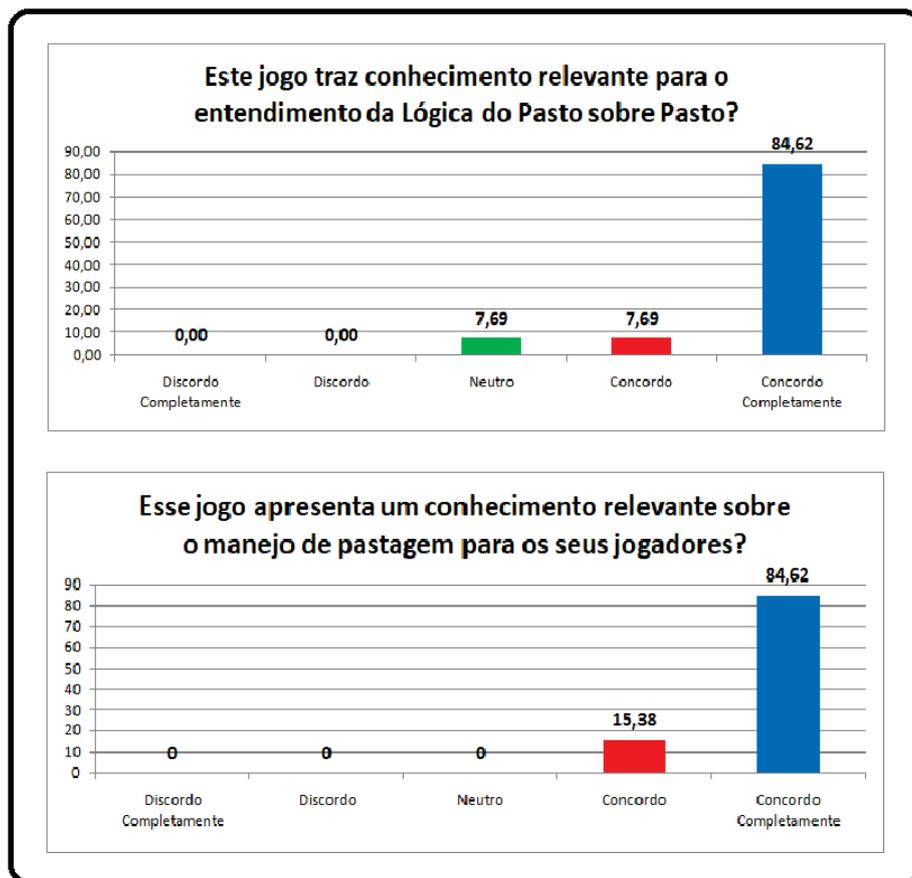
Como pode ser observado, com base aos resultados obtidos, a implementação desse módulo foi bem sucedido. A Figura 62 apresenta os resultados abordando essas questões.

Em relação a jogabilidade, 69,23% dos jogadores avaliaram como sendo Ótima e 30,77% consideraram como Boa. De uma forma geral, para 84,62% dos estudantes considera “Muito intuitivo” o ecossistema e para 15,38% classificam com “Intuitivo”. A Figura 63 apresenta os resultados levantados da jogabilidade e intuitividade da gamificação, respectivamente.

Com o intuito de avaliar a gamificação PSPEducar, foi realizado um teste de aceitação. Esse teste de homologação utilizou os mesmos critérios metodológicos adotados no teste de usabilidade. No qual foi orientada pelo conjunto de questões de avaliação, que os estudantes executassem todas as tarefas da gamificação, que foram concluídas sem dificuldade.

Foram observadas as seguintes tarefas iniciais para o uso da gamificação: *download* (t1), instalação (t2), registro (t3), autenticação (t4) e acesso as instruções (t5). Para o conjunto de t1, t3, t4, t5 forma consideradas por 76,92% da amostra como sendo

Figura 62 – Conhecimento relevante e outras mecânicas de desafios



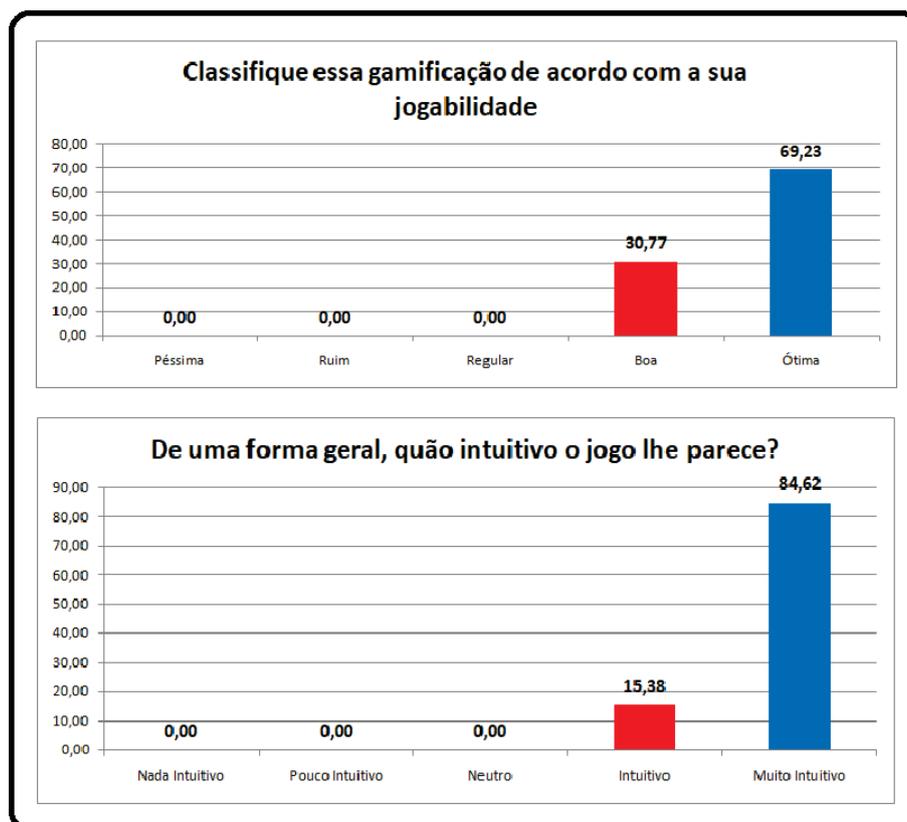
Fonte: Autor (2024)

"Concluí esta tarefa com facilidade", já para 23,08% dessa população julgaram com sendo "Concluí esta tarefa com alguma facilidade". Esse fato observado ocorre devido à conexão *Wi-Fi* do campus ser um pouco lenta, o que faz com que o *download* demore um pouco mais para a ferramenta ser descarregada. Já t2, para 61,54% dos estudandets avaliaram como sendo "Concluí esta tarefa com facilidade" e para 38,46% dos usuários entenderam como sendo "Concluí esta tarefa com alguma facilidade".

Entretanto, no aspecto que avalia a qualidade das instruções fornecidas durante a gamificação, para 84,62% dos jogadores é visto como "Ótima", porém para 15,38% julgaram como sendo "Regular". A Figura 64 apresenta a composição gráfica das ações iniciais do uso da gamificação.

Como podem ser analisados os dados extraídos da funcionalidades da gamificação, tais como: Áudio funciona corretamente (f1), ajustes de áudio (f2), qualidade dos efeitos sonoros (f3), inicie capacitação (f4), escolha da alternativa de

Figura 63 – Jogabilidade e Indutividade

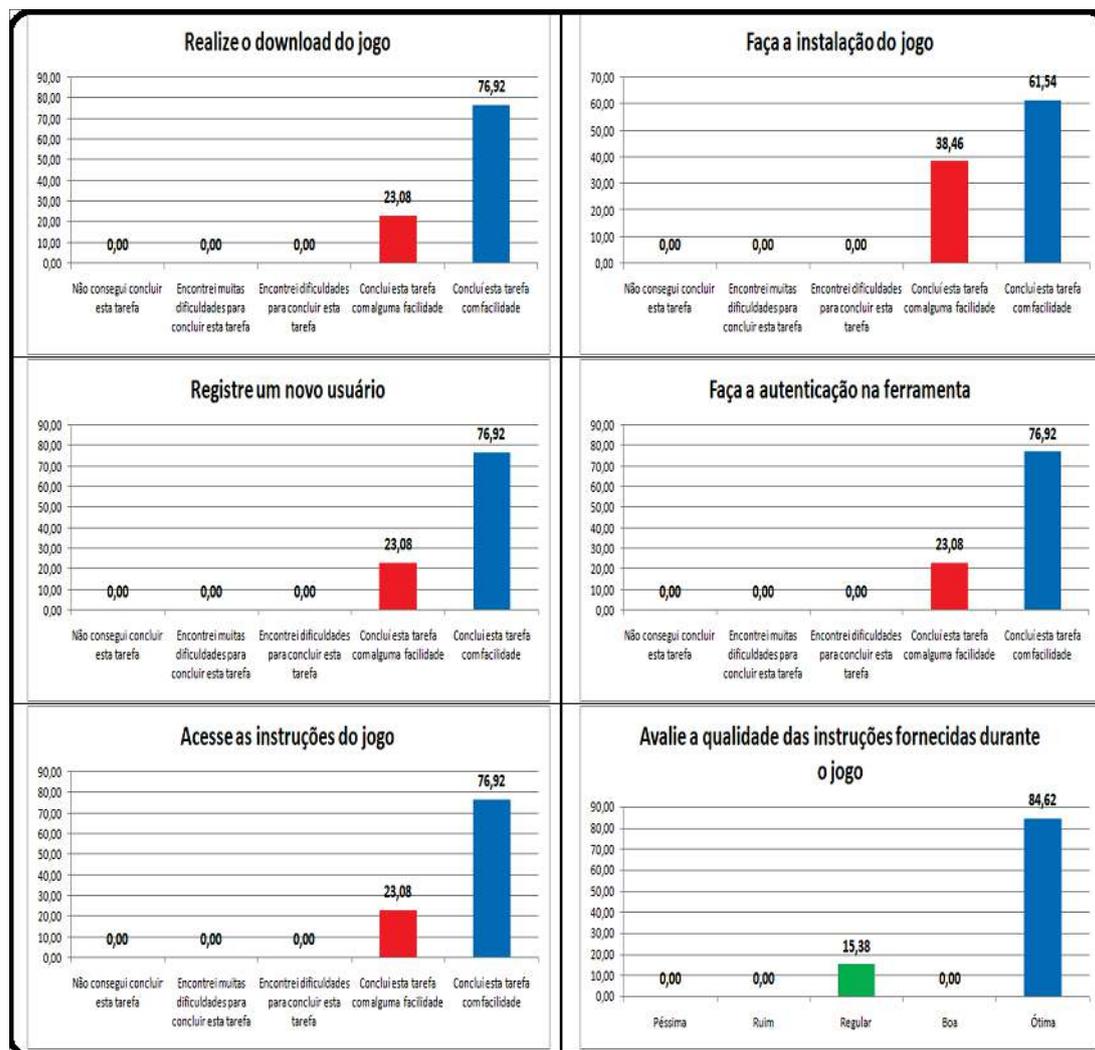


Fonte: Autor (2024)

capacitação (f5), acesso do conteúdo selecionado (f6), exercícios de fixação (f7), ajuda interna (f8), ajuda externa (f9), avaliação do conteúdo (f10), desempenho (f11), *ranking* (f12), acesso dos desafios (f13), ler regras (f14), inicie os desafios (f15), painel de manejo, gráfico de crescimento, contagem regressiva e descrição (f16), carga animal (f17), evolução de crescimento (f18), manejo correto (f19), passar de nível (f20), conclua os desafios (f21), menu (f22), pesquisa (23), créditos (24), sair (25), controle de vídeo (26), controle de transições (27) e animações (28).

Para o conjunto de funcionalidades (f1, f2, f4, f5, f6, f7, f10, f11, f12, f13, f14, f15, f16, f17, f18, f19, f20, f21, f22, f23, f24, f25, f26, f27 e f28), os jogadores classificaram em 100% como sendo “Concluí esta tarefa com facilidade”. Já a funcionalidade f3, 76,92% dos estudantes consideram como sendo "Ótima", mas para 23,08% dessa amostra julgam como sendo "Regular". No que se refere as funcionalidades f8 e f9, para 76,92% dos jogadores avaliaram como "Concluí esta tarefa com facilidade", porém para 23,08% desse público entendem como "Concluí esta tarefa com alguma facilidade".

Figura 64 – Ações iniciais do uso da gamificação



Fonte: Autor (2024)

A partir dessa métrica apresenta resultados satisfatórios e indica que a condução da implementação da gamificação foi bem sucedida, A Tabela 6 apresenta a composição das questões a respeito das funcionalidades (F) do ecossistema, para visualizar todos os gráficos correspondentes a essas perguntas, está disponível no Apêndice B - Avaliações das funcionalidades da PSPEducar.

No que se refere à eficiência do painel de tomada de decisão do manejo, marcadores de ação (sucesso e fracasso) e observação no gráfico de evolução de crescimento das forragens. Para 100% dos jogadores classificaram que o painel de manejo, permite a tomada de decisão com eficiência, “Sim, totalmente”. Já para 100% dos estudantes, os marcadores são úteis, “Sim, totalmente”. Ainda para 100% da amostra,

Tabela 6 – Conjunto de funcionalidades

F	Total Insatisfeito	Insatisfeito	Neutro	Satisfeito	Total satisfeito
f1	0	0	0	0	100
f2	0	0	0	0	100
f3	0	0	23,08	0	76,92
f4	0	0	0	0	100
f5	0	0	0	0	100
f6	0	0	0	0	100
f7	0	0	0	0	100
f8	0	0	0	23,08	76,92
f9	0	0	0	23,08	76,92
f10	0	0	0	0	100
f11	0	0	0	0	100
f12	0	0	0	0	100
f13	0	0	0	0	100
f14	0	0	0	0	100
f15	0	0	0	0	100
f16	0	0	0	0	100
f17	0	0	0	0	100
f18	0	0	0	0	100
f19	0	0	0	0	100
f20	0	0	0	0	100
f21	0	0	0	0	100
f22	0	0	0	0	100
f23	0	0	0	0	100
f24	0	0	0	0	100
f25	0	0	0	0	100
f26	0	0	0	0	100
f27	0	0	0	0	100
f28	0	0	0	0	100

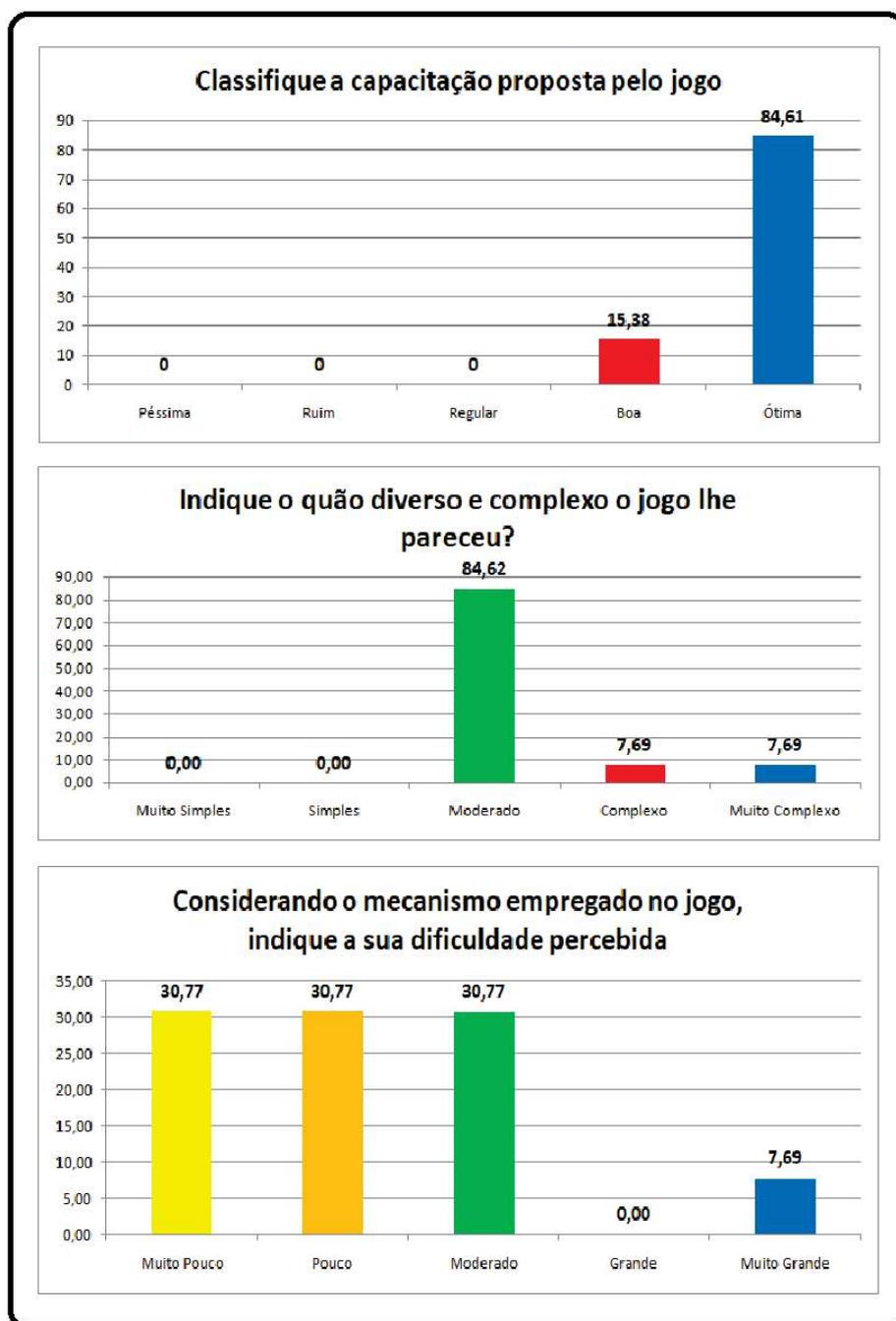
considera que a observação do gráfico linear de crescimento de forrageiras dá condições precisas para o seu manejo correto, “Sim, totalmente”.

Os aspectos sobre relevância da proposta do ecossistema, a complexidade da ferramenta e a dificuldade apresentada na mecânica da gamificação foram abordados. Em um aspecto geral, para 84,62% dos estudantes tem como “Ótima” a relevância a proposta do gamificação e para 15,38% dos jogadores classifica com sendo “Boa”, Sobre o nível de complexidade da gamificação, para 84,62% dos estudantes consideraram como “Moderado”, para 7,69% dos jogadores classificaram como “Complexo” e para 7,69% da amostra indicaram como “Muito Complexo”.

Considerando a mecânica empregada no ecossistema, para 7,69% dos jogadores

indicou como sendo “Muito Grande” a dificuldade, mas para 30,77% desse público classifica como sendo “Moderada” a dificuldade, já para 30,77% dos estudantes indica como sendo “Pouca” a dificuldade e para 30,77% dessa amostra entende como sendo “Muito Pouca” a dificuldade percebida. A Figura 65 apresenta a composição gráfica da proposta, complexidade e dificuldade.

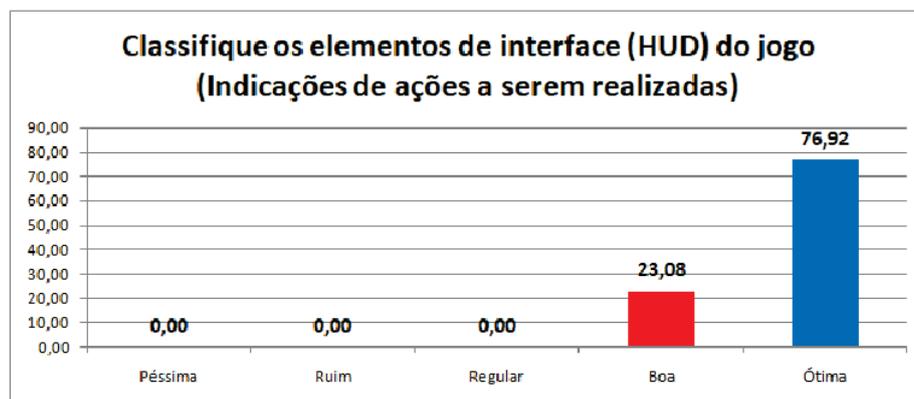
Figura 65 – Relevância da proposta, complexidade e dificuldade na ferramenta



O que poderia ter influenciado esse resultado, visto que os testadores têm perfil de *gamers*? Provavelmente, os usuários vêm de uma experiência com jogos de entretenimento e não estão acostumados com ferramentas gamificadas, que trazem um paradigma diferente daquele com o qual estão familiarizados. Em outras palavras, enquanto no primeiro caso o usuário age de maneira mais empírica e reativa, no outro, o usuário necessita comprovar, revisar e reter mais tempo sobre o conteúdo apresentado para garantir seus acertos e também sua progressão.

Sobre os aspectos de qualidade gráfica da interface da gamificação PSPEducar, 76,92% dos jogadores classificaram os elementos de interface (HUD) do ecossistema (Indicações de ações a serem realizadas), como sendo Ótima e 23,08% como Boa. No que se refere aos ícones de cada botão, esquema de cores e o posicionamento dos componentes (matriz de desenho, instruções e comandos) na interface gráfica da gamificação, os estudantes consideraram como sendo Ótima, ou seja, 100% de avaliação positiva. Apesar do grau elevado de abstração do comportamento dos animais, transições entre pastagens e sementeira, necessitariam um refinamento de implementação futura. A Figura 66 apresenta a composição gráfica da proposta, complexidade e dificuldade.

Figura 66 – Qualidade da Interface

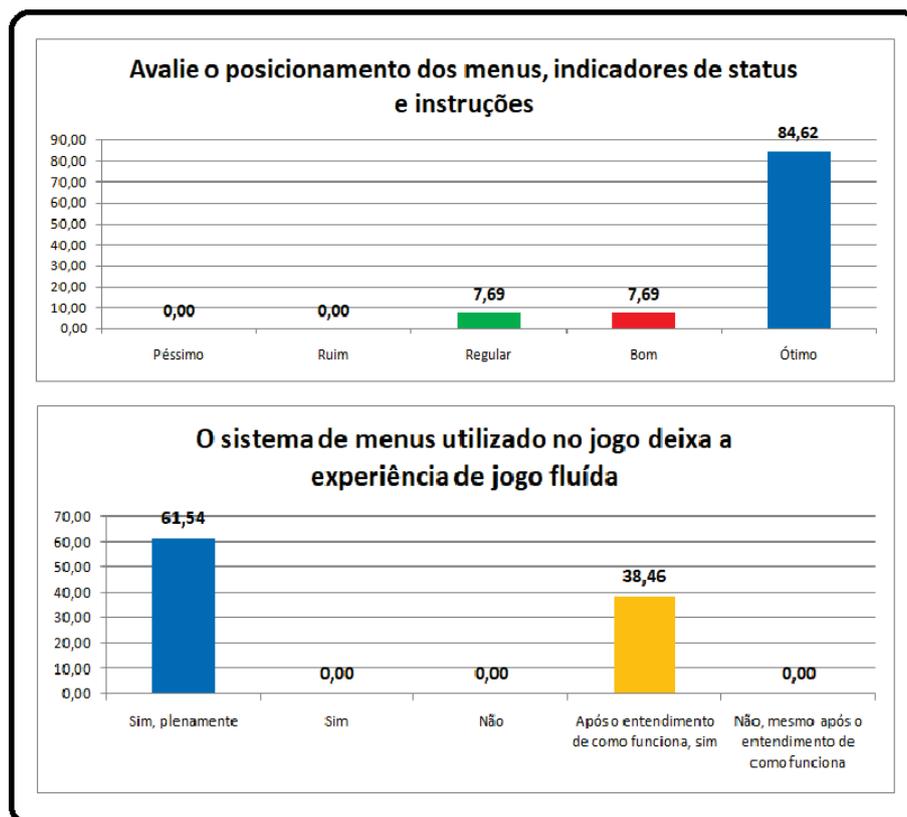


Fonte: Autor (2024)

Quanto ao posicionamento dos menus, indicadores de *status* e instruções, os jogadores classificaram como 84,62% como “Ótimo”, já 7,69% dos usuários consideraram como “Bom” e 7,69% dos estudantes indicaram como “Regular”. Para a próxima questão (O sistema de menus utilizados na gamificação deixa a experiência fluída?) 61,54% da amostra entende “Sim, plenamente”, que o sistema de menus adotado

no ecossistema deixa uma experiência fluída, entretanto, para 38,46% desse público avalia como sendo “Após o entendimento de como funciona, sim”. Quanto à qualidade dos níveis da gamificação, para 76,92% dos jogadores classificaram como sendo Ótima e 23,08% dos estudantes consideram como Boa. A Figura 67 apresenta a avaliação dos menus, indicadores e instruções gamificação.

Figura 67 – Avaliação dos menus, indicadores e instruções gamificação



Fonte: Autor (2024)

O ecossistema adotou uma arquitetura seguindo uma abordagem modular, sendo notável por sua coesão e pelo baixo acoplamento entre os módulos, no qual simplifica o processo de aprimoramento da gamificação. Os testes de integração realizados corroboram a eficácia da arquitetura concebida.

Apesar do alto nível de abstração no comportamento dos animais no pasto, no manejo, assim como nas transições entre pastagens e no processo de semeadura, os resultados demonstram níveis satisfatórios de jogabilidade e qualidade gráfica, ambos aceitáveis para a finalidade desejada. Tais critérios são essenciais para a aceitação por parte dos jogadores. Além disso, as informações e mensagens oferecem conhecimento

relevante que contribui para um melhor entendimento da lógica por trás do manejo de pastagens.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresenta a análise dos resultados oriunda da aplicação, bem como as discussões acerca desses resultados.

4.1 Avaliação da Gamificação

Para melhor avaliar os testes foi aplicado a Escala de Usabilidade do Sistema (*System Usability Scale*), um método de mensuração da usabilidade desenvolvido por Brooke (1996), que possibilita a medição de produtos e serviços, como por exemplo, aplicativos, *sites*, *softwares*, computadores, dispositivos móveis, ferramentas, *hardware*, entre outros (BROOKE, 2013).

O instrumento de avaliação apresenta um questionário com cinco opções de resposta de 1 a 5 para o usuário, onde 1 significa Discordo Completamente e 5 significa Concordo Completamente ou outras métricas semelhantes, como por exemplo, Péssimo a Ótima, em outras palavras o SUS é uma Escala Likert (BROOKE, 1995). Esse trabalho se baseou nessa ferramenta, para avaliar a usabilidade do ambiente de capacitação gamificação PSPEducar. Por meio do uso desse método é possível avaliar os seguintes critérios: Satisfação – avalia o conforto no uso da ferramenta e como atendeu as expectativas do usuário, Eficiência – averiguar quais os esforços e recursos gastos para que o usuário atinja os seus objetivos e Efetividade – verifica a completude do usuário em relação aos seus objetivos (BOUCINHA; TAROUÇO, 2013). O questionário contendo um conjunto de perguntas da avaliação dos grupos está disponível no Apêndice B.

4.2 Experimento

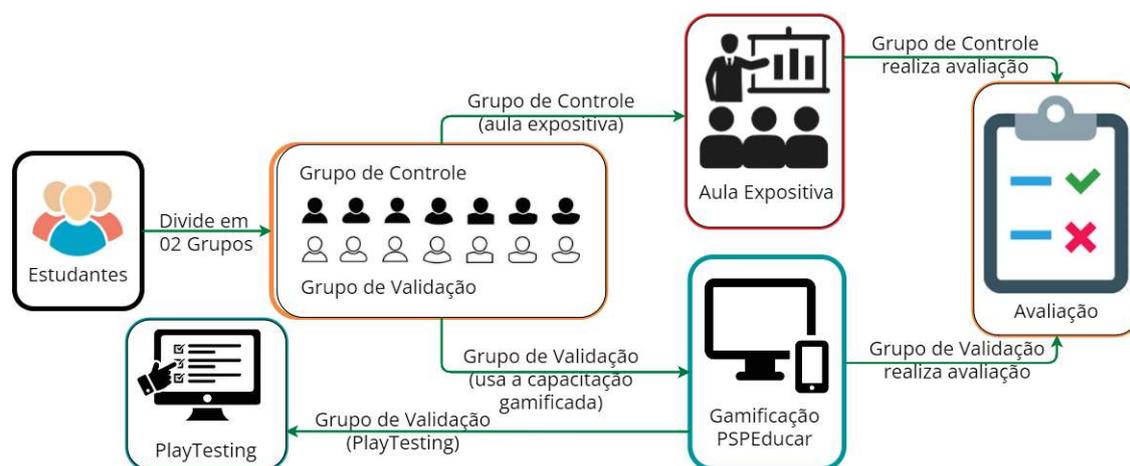
O experimento foi conduzido com base nas teorias de aprendizagem adotadas e as tecnologias de informação e comunicação utilizadas nesse trabalho, a fim de auxiliar o público-alvo na aprendizagem dos processos por trás do conjunto de práticas envolvidas na lógica do pasto sobre pasto. O público-alvo que fez parte do experimento foram com 26 alunos do ensino médio do Curso Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de

Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Campus Bagé, disciplina de Forragicultura.

A condução desse experimento foi realizada de maneira presencial em um dos laboratórios de informática do IFSul – Campus Bagé (24 computadores *dual boot* Windows e Linux, todos com acesso à internet), tendo como tempo previsto para execução do experimento de uma hora e meia.

Além da identificação de falhas, esse teste busca avaliar a experiência do jogador, tanto no que se refere à qualidade da interface quanto a jogabilidade, visando verificar a capacidade de executar todas as funcionalidades desenvolvidas no ecossistema. A Figura 68 demonstra como foi conduzido o experimento.

Figura 68 – Condução do Experimento



Fonte: Autor (2024)

Inicialmente, para esse experimento, algumas orientações necessárias para condução do experimento foram transmitidas à turma. Em seguida, a turma foi dividida em dois grupos de 13 estudantes, para coleta de dados: um grupo de controle e um grupo de validação.

O grupo de controle recebeu uma aula expositiva com *slides* e explicação oral sobre a Lógica do Pasto sobre Pasto, como cerca de um pouco menos de 20 minutos de duração. Logo depois, foi aplicado avaliação com um questionário de 15 questões elaboradas sobre o material teórico aplicado na aula. A Tabela 7 apresenta a composição das questões a respeito das funcionalidades (p) do ecossistema, para visualizar está disponível no Apêndice A - Questionário de Avaliação de Grupos.

O grupo de validação utilizou a ferramenta gamificada PSPEducar para sua

Tabela 7 – Questionário de Avaliação de Grupos

p	Pergunta:
p1	Qual é o conceito central do Pasto sobre Pasto (PsP)?
p2	De onde surgiu a inspiração para o conceito de Pasto sobre Pasto (PsP)?
p3	Qual é o objetivo da Embrapa Pecuária Sul ao adotar o conceito de PsP?
p4	Por que o PsP não é um modelo pronto?
p5	Qual é o principal desafio ao trabalhar com o conceito de PsP?
p6	Qual é a base do conceito do PsP (Pasto sobre Pasto)?
p7	Qual é um dos pontos importantes a serem considerados ao aplicar o conceito do PsP?
p8	O que é essencial para garantir o sucesso das mesclas forrageiras no PsP?
p9	Qual é a finalidade da dessecação pré-plantio mencionada no texto?
p10	Como os diferentes pilares interagem no conceito do PsP?
p11	Qual é o objetivo da tecnologia denominada "PsP mescla Pampa Úmido" mencionada no texto?
p12	Quais são alguns dos benefícios indiretos associados ao uso do conceito PsP?
p13	Qual é a composição da tecnologia PsP mescla Pampa Úmido?
p14	O que o conceito do PsP oferece aos produtores em relação à produção de forragem?
p15	Como é recomendado que os produtores utilizem o conceito do PsP em seus sistemas de produção?

capacitação e após o seu treinamento, essa mesma avaliação foi aplicada ao grupo de validação.

4.3 Resultados e discussões

Neste subcapítulo são apresentados a análise dos dados e os resultados extraídos da aplicação do experimento, bem como as discussões acerca desses resultados.

4.3.1 Análise dos dados

O conjunto de dados foi extraído a partir das atividades realizadas ao longo os testes de validação presencialmente, da ferramenta PSPEducar, no IFSul – Campus Bagé, onde foram tratados vários critérios de análise: perfil, usabilidade, controle, desafio, apresentação visual, qualidade visual, apresentação de áudio, complexidade, mecânicas, níveis, equilíbrio do grau de dificuldade, gratificação, aplicação e tempo.

Segundo Crawford (1982), Schell (2019), as métricas podem ser usadas para

avaliar a qualidade de um jogo dentre elas: conhecimento/aprendizagem - busca medir o quanto o jogo ensina ao jogador sobre o conteúdo proposto; tempo de jogo - mede o tempo os jogadores gastam no jogo; engajamento - como os jogadores estão interagindo e estão interessados no jogo; desafio - avalia o quanto o jogo é desafiador, sem ser frustrante; satisfação - avalia o nível de satisfação do jogador com o jogo; jogabilidade - estima as mecânicas e regras do jogo; arte e som - estima a apresentação visual e auditiva do jogo; e aceitação - se o jogador reconhece o correto funcionamento do jogo e recomenda o jogo para outras pessoas. Para a geração dos cálculos estatísticos e o gráficos apresentados foram utilizadas as ferramentas RStudio e Excel. A Figura 69 apresenta os principais testes verificados.

Figura 69 – Principais Testes



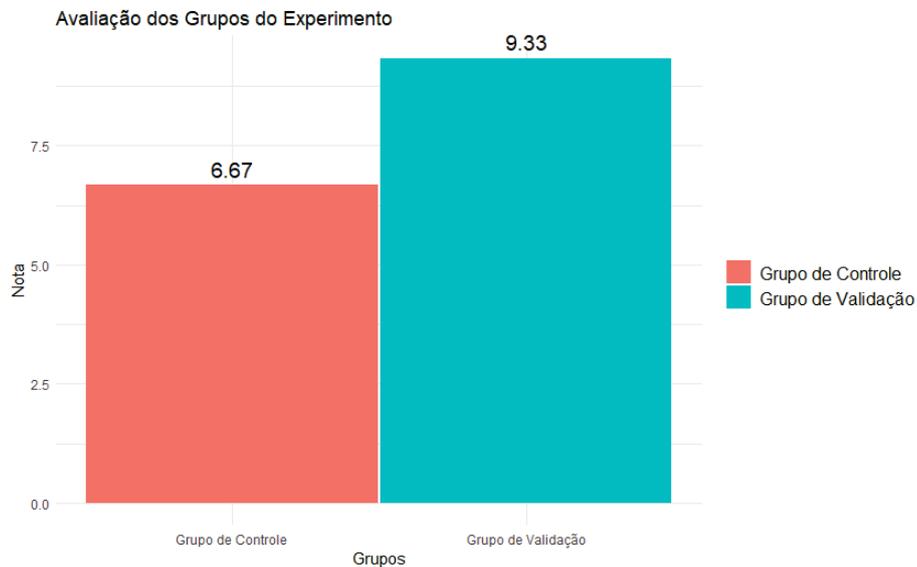
Fonte: Autor (2024)

4.3.1.1 Teste de Nível de Conhecimento (TNC)

O teste de nível de conhecimento busca comparar o conhecimento adquirido entre os dois grupos: controle e validação, bem como analisar o desempenho alcançado pelos estudantes que utilizaram a gamificação (pontuação individual e a média geral do grupo). Por meio da avaliação aplicada nos dois grupos, foi verificado o desempenho que o grupo de validação apresentou uma média superior em comparação a média alcançada pelo grupo de controle, enquanto o primeiro grupo atingiu uma média de 9,33, o segundo

grupo apresentou uma média de 6,66, como mostra a Figura 70.

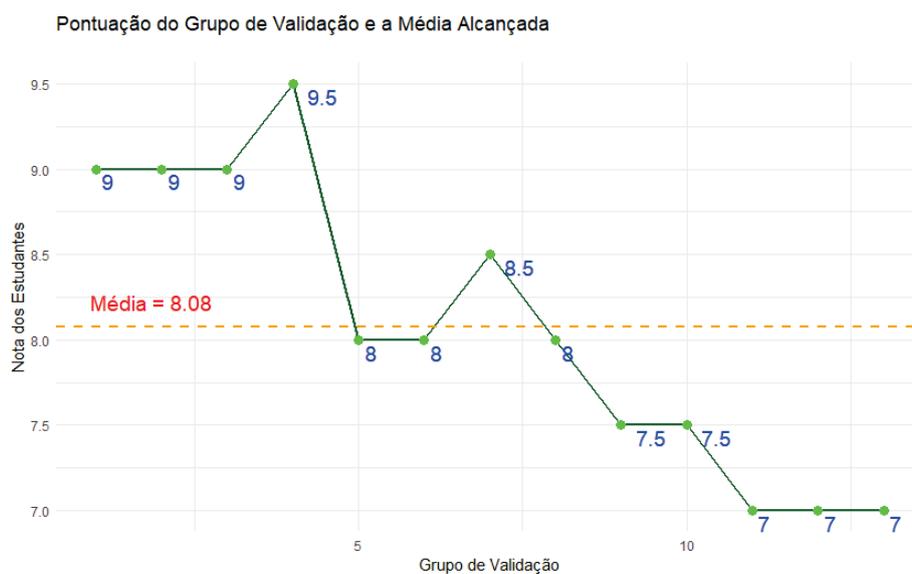
Figura 70 – Média Geral por Grupo



Fonte: Autor (2024)

Já no que se refere ao desempenho obtido na gamificação, ou seja, a pontuação (*score*) média pelo grupo de validação foi de 8.07, verificou-se que a maioria dos estudantes/jogadores enquadraram-se no nível Bom. A Figura 71, apresenta a variação das pontuações alcançadas, bem com a média obtida.

Figura 71 – Variação da pontuação e média

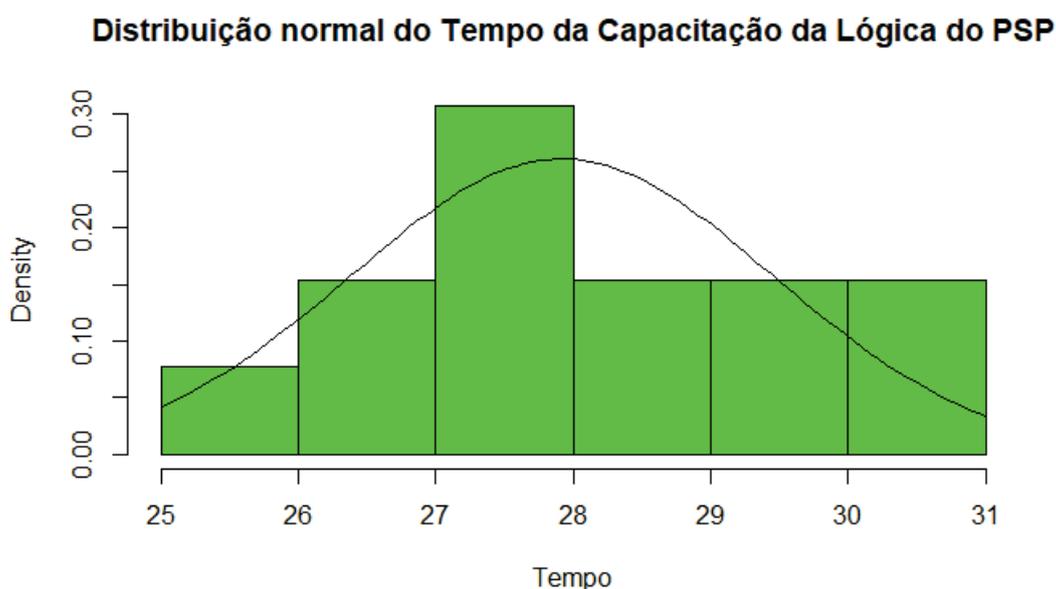


Fonte: Autor (2024)

4.3.1.2 Tempo de realização da Capacitação

A partir dos dados gerados pelos tempos gastos para realização na completude da capacitação pelos jogadores/estudantes, foi necessário um tempo variável entre 25,32 a 30,34 minutos. Foi aplicado o teste de Shapiro e gerado um histograma, no qual demonstra que os tempos seguem uma distribuição normal. A Figura 72, apresenta histograma do teste de Shapiro correspondente aos tempos de realização da capacitação e a distribuição normal dos dados.

Figura 72 – Distribuição normal dos dados do tempo para a capacitação da lógica do Pasto sobre Pasto



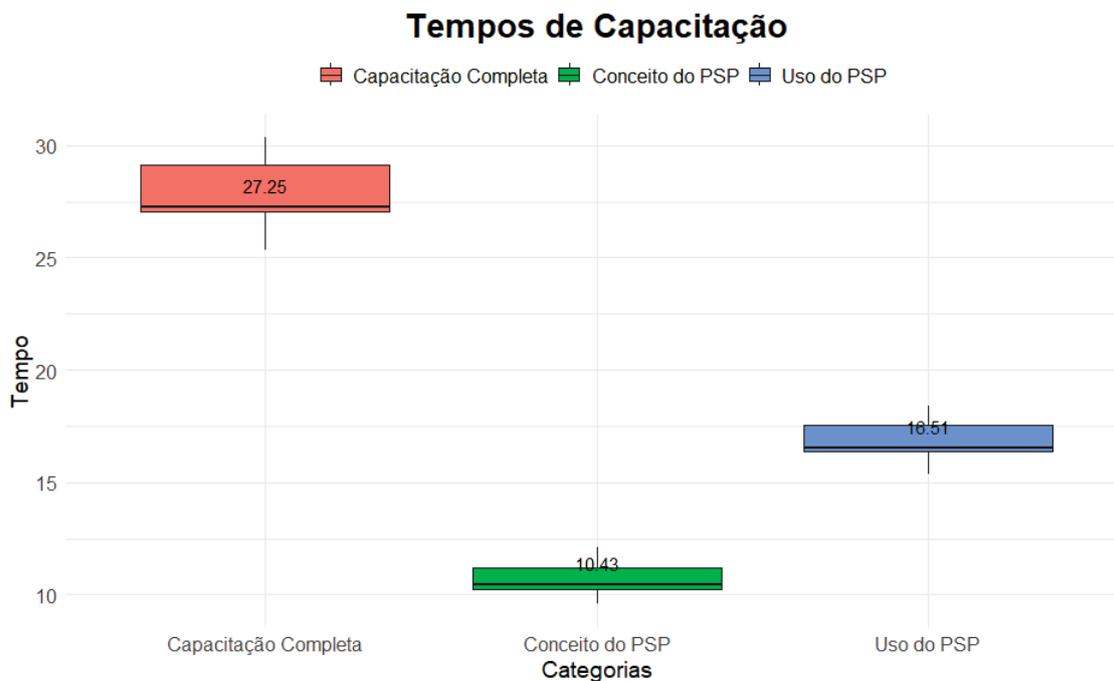
Fonte: Autor (2024)

Como pode ser observado, para a análise dos dados são utilizados métodos paramétricos. A média pode ser utilizada como medida de tendência central (BEIGUELMAN, 2002). O tempo variou entre 25,32 a 30,34 minutos e o tempo médio empregado pelos estudantes para completar a capacitação gamificada PSPEducar foi 28,07 minutos.

Os estudantes levaram mais tempo para finalizar o módulo do Uso do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática com um tempo médio de 17,14 minutos. Não obstante, os estudantes gastaram menos tempo médio para realização do módulo do Conceito do Pasto sobre Pasto, com um tempo médio de 10,53 minutos. A Figura

73 demonstra as médias de tempo gasto pela Capacitação Completa e pelos 02 módulos separadamente.

Figura 73 – Diferentes Médias de Tempo da Capacitação Completa e dos Módulos de Capacitação



Fonte: Autor (2024)

A primeira categoria mostra a Capacitação Completa, ou seja, engloba é o somatório do tempo da capacitação do Conceito do PSP com o tempo da capacitação do Uso do PSP tem uma mediana ligeiramente acima de 27 e está concentrado no meio do gráfico.

O seu primeiro quartil está em torno de 26, indicando que cerca de 25% dos valores estão abaixo de 26. Já o seu terceiro quartil está perto de 29, indicando que cerca de 75% dos valores estão abaixo de 29. Outro aspecto que deve ser destacado, que dentro desse *boxplot* não apresentou *outliers* visíveis.

A segunda categoria chamada de "Conceito do PSP" tem uma mediana (linha no meio do retângulo) ligeiramente acima de 10 e está concentrado na parte inferior do gráfico.

O seu primeiro quartil (extremidade inferior do retângulo) está em torno de 10, indicando que cerca de 25% dos valores estão abaixo de 10. E o terceiro quartil (extremidade superior do retângulo) está perto de 11, indicando que cerca de 75% dos

valores estão abaixo de 11. Existem *outliers* acima de 11.

A terceira categoria rotulada Uso do PSP, também tem uma mediana acima de 16 e está concentrado na parte superior do gráfico.

O seu primeiro quartil está próximo de 15, indicando que cerca de 25% dos valores estão abaixo de 15. E o seu terceiro quartil está perto de 18, indicando que cerca de 75% dos valores estão abaixo de 18. Existem *outliers* abaixo de 15.

Cada *boxplot* fornece informações sobre a distribuição e a variabilidade dos tempos em seus respectivos grupos.

Em resumo, as três categorias (Capacitação Completa, Conceito do PSP e Uso do PSP) apresentam diferentes distribuições de tempo. A primeira categoria Capacitação Completa tem tempos intermediários e não apresenta valores atípicos. A segunda categoria Conceito do PSP tem tempos menores e uma faixa menor, com alguns valores atípicos maiores. Já a terceira categoria Uso do PSP tem tempos maiores e uma faixa maior, com alguns valores atípicos menores.

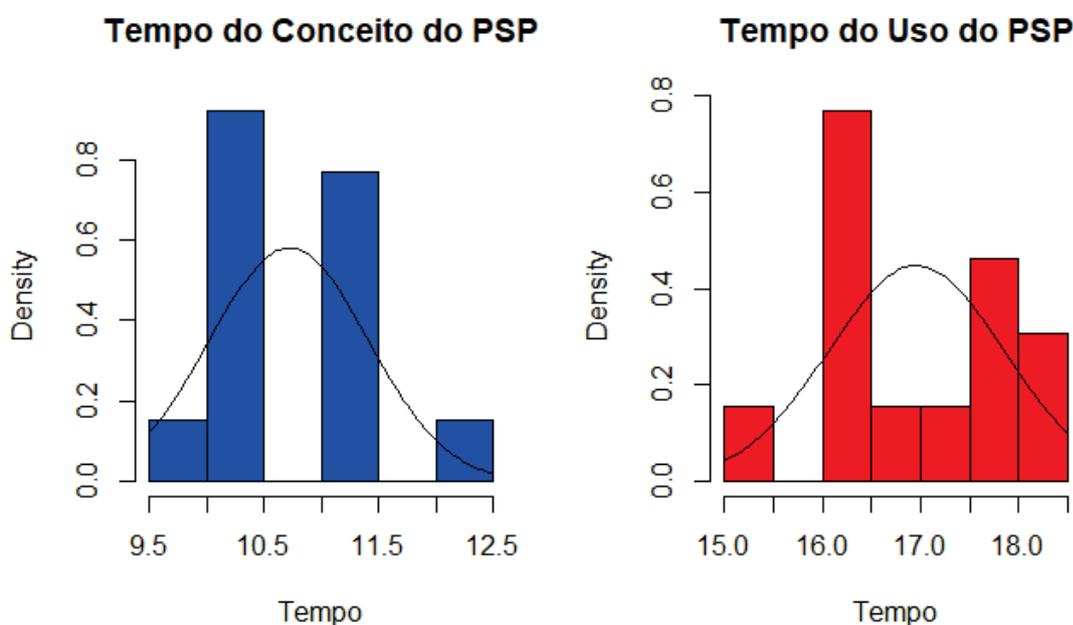
Também foi gerada a análise do tempo de realização da capacitação para os diferentes módulos de aprendizagem da Lógica do Pasto sobre Pasto, aplicando o teste de Shapiro e pode ser observado a distribuição normal dos dados dos dois módulos de capacitação. A Figura 74 demonstra as distribuições normais dos módulos do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto e do Uso do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática.

Para comparação das médias de tempo entre os módulos de capacitação, isto é, Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto (Conceito) e o Uso do Conceito na Prática da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática (Uso) foram aplicados o teste de Tukey (BEIGUELMAN, 2002), por este ser mais rigoroso, como pode ser observado na Figura 75, apresenta uma diferença significativa entre os dois grupos de capacitação: Conceito e Uso.

Existem outros testes que também são utilizados para comparação de médias das avaliações dos jogadores, tais como os testes de Bonferroni, Duncan, Dunnet e Scheffé.

Como a gamificação PSPEducar está embasada sobre 03 teorias de aprendizagem, tais como, Significativa, 4C/ID e Instrução em Par, sendo esse última se caracteriza por orientar que o aluno deve alcançar uma absorção de conteúdo mínimo de 70% ou nota 7 para progredir no conteúdo. A partir dessa métrica foram adotados 04 níveis de

Figura 74 – Distribuição Normal do Tempo dos Diferentes Módulos da Capacitação



Fonte: Autor (2024)

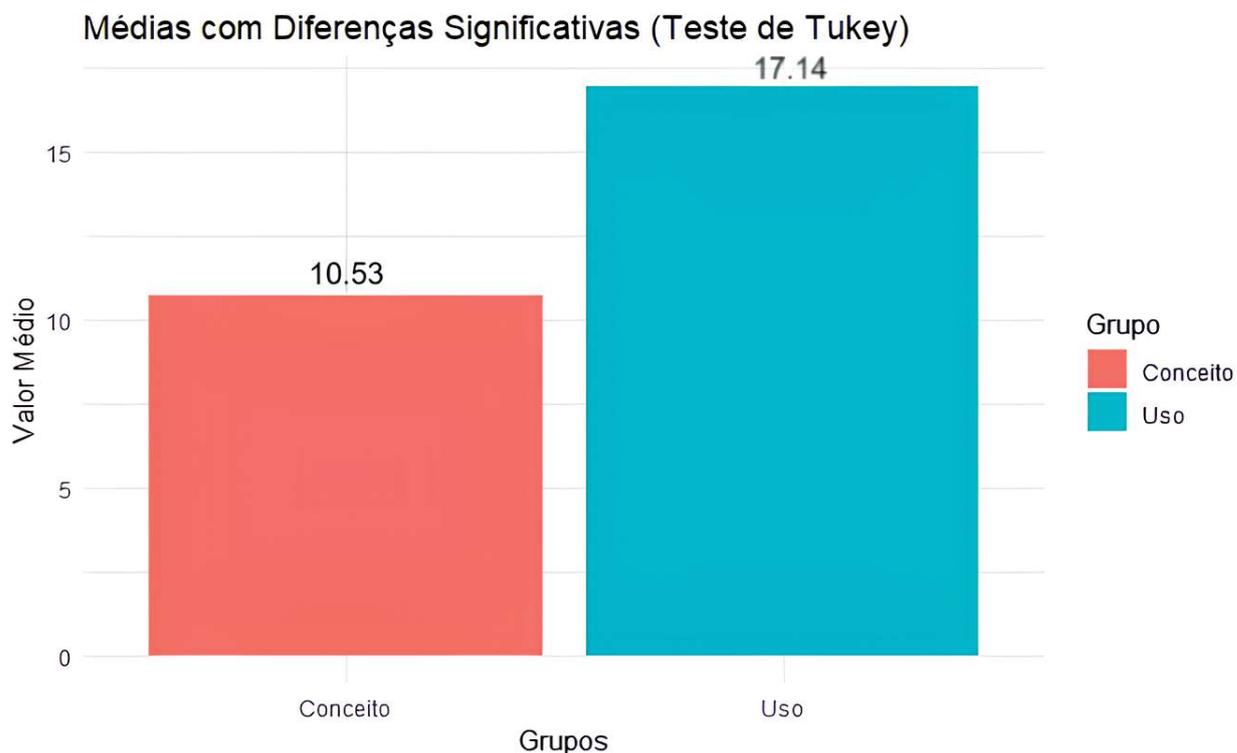
classificação: básico, intermediário, avançado e especialista.

Assim, tendo como base os dados extraídos da aplicação do instrumento de avaliação, foram gerados os seguintes gráficos: o primeiro, como apresenta a Figura 76, demonstra o rendimento alcançado pelos estudantes no processo de avaliação da ferramenta, tendo uma variação de notas entre 7 e 9,5 e uma média de 8,0769. Para verificar se o rendimento obtido segue uma distribuição normal, foi aplicado o teste de Shapiro, tendo a mediana com valor de 8.

Já o segundo gráfico, apresentado pela Figura 77, pode ser percebido que não houve diferença estatística significativa entre a divisão do Conceito da Lógica e Uso do Conceito, não apresentando grande variabilidade entre as notas alcançadas entre as duas divisões.

Por meio do teste de Shapiro sobre as pontuações alcançadas pelos dois grupos do módulo de Capacitação, verificou-se que os dados não seguem uma distribuição normal. A Figura 78 apresenta o resultado do teste sobre as notas de cada módulo separadamente, no qual apesar do módulo do uso do conceito ser mais do que o módulo de conceito, não demonstrou diferença significativa entre as suas médias,

Figura 75 – Médias de Tempo com Diferenças Significativas - Teste de Tukey



Fonte: Autor (2024)

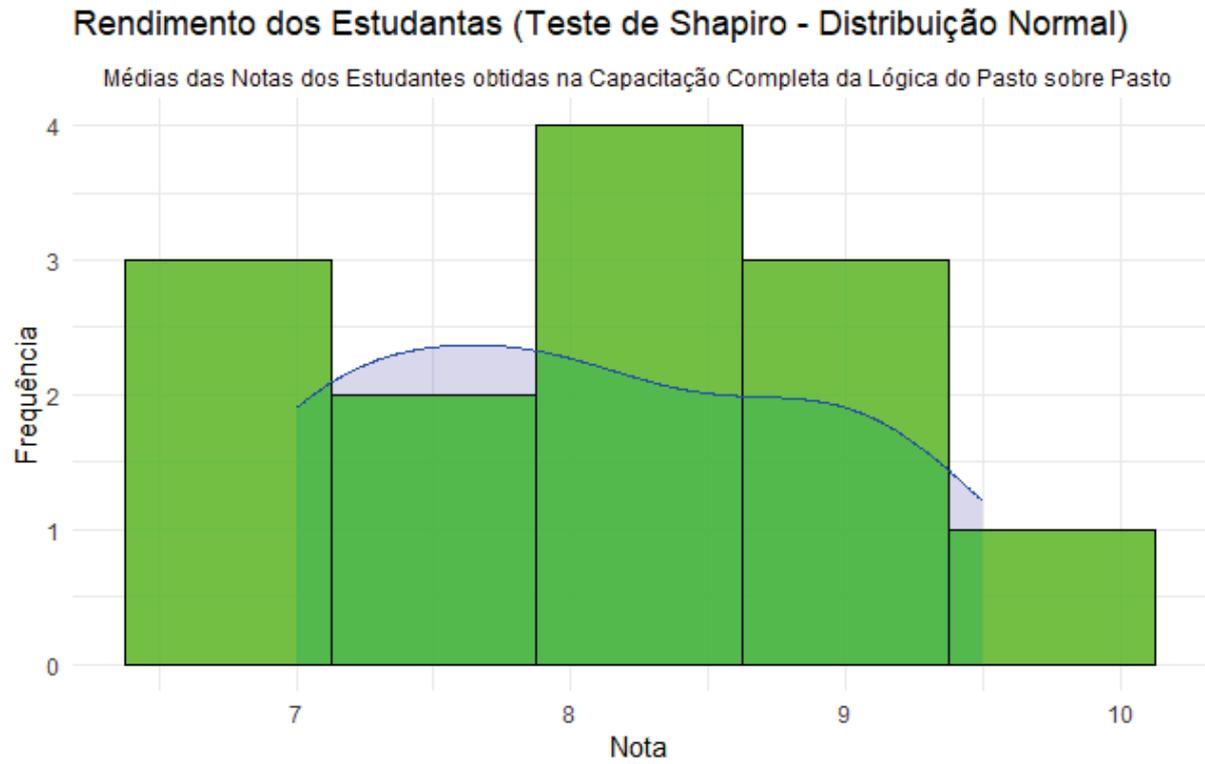
Assim, é apropriado aplicar métodos estatísticos não paramétricos para fazer as comparações. Para isso, foi aplicado o teste t de Student pareado para realizar a comparação entre esses dois grupos: Conceito e Uso, onde se verifica e pode ser visto na Figura 79, que não apresenta diferença estatística significativa entre as medianas obtidas.

4.3.1.3 Teste de Aceitação da Gamificação pelos Jogadores (TAGJ)

O método de *System Usability Scale* foi aplicado como mecanismo de mensuração da eficiência e efetividade para avaliação da gamificação, como descrito acima. Assim, as questões avaliadas foram agrupadas em 11 categorias distintas para análise dos dados:

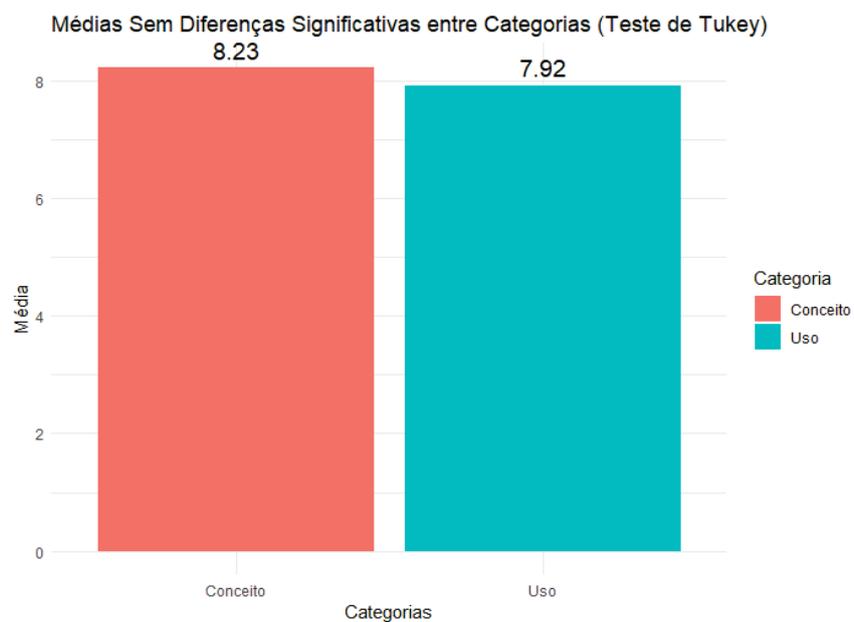
- Grupo 01 - Perfil, composto por três perguntas, busca avaliar qual sistema operacional e plataforma de preferência, bem como experiência que o jogador tem nos jogos digitais;
- Grupo 02 – Usabilidade, composto por 35 perguntas, nas quais visam avaliar a facilidade no uso da gamificação pelo jogador, entendendo e localizando com

Figura 76 – Rendimento dos Estudantes (Teste de Shapiro - Distribuição Normal)



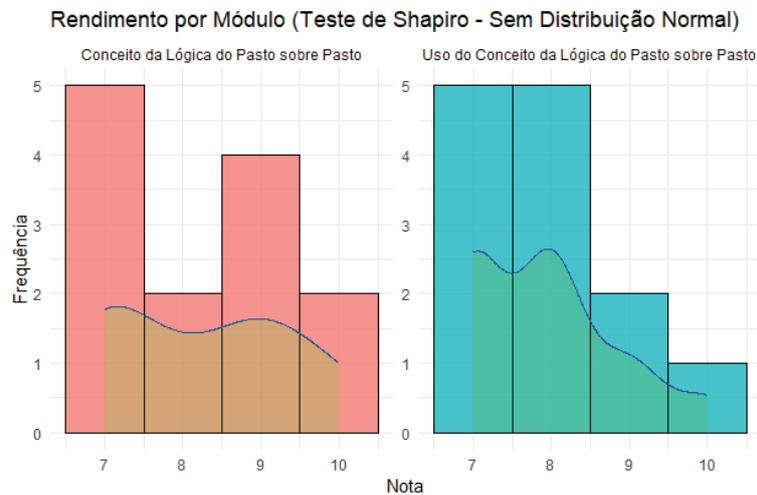
Fonte: Autor (2024)

Figura 77 – Médias Sem Diferenças Significativas entre os Módulos de Capacitação



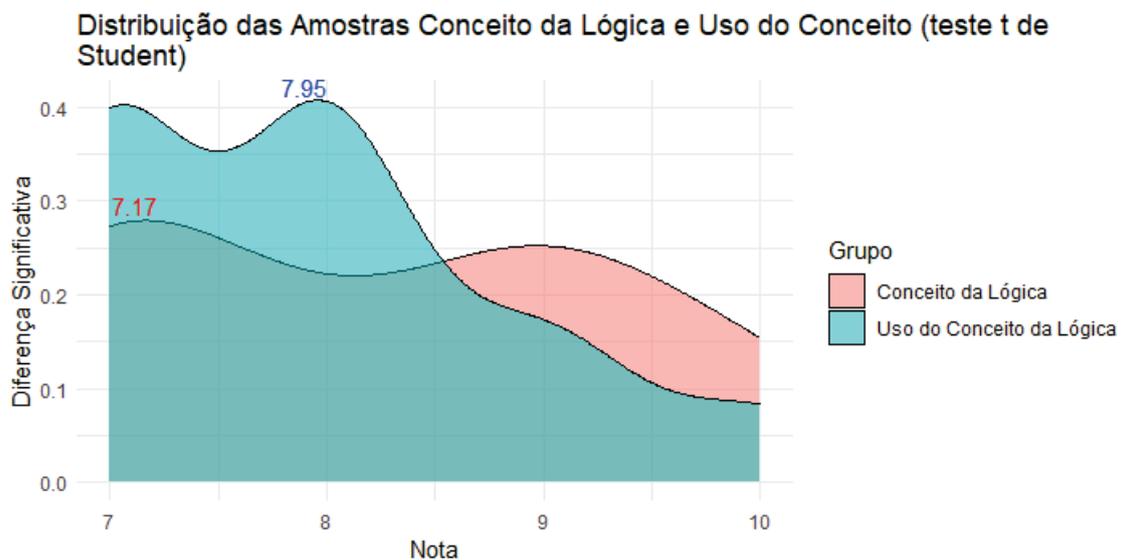
Fonte: Autor (2024)

Figura 78 – Rendimento por Módulo de Capacitação não segue uma Distribuição Normal



Fonte: Autor (2024)

Figura 79 – Distribuição do Conceito da Lógica e Uso do Conceito (teste t de Student)



Fonte: Autor (2024)

facilidade as funções e ferramentas de maneira rápida e eficiente;

- Grupo 03 – Controle/Mecanismo, composto por oito perguntas, trata de avaliar a mecânica de jogabilidade e divisão do módulo de capacitação, que vão desde o gerenciar a execução e funcionamento correto dos vídeos, sons/músicas e animações, navegação entre telas de conteúdo e *quizzes* propostos nos exercícios

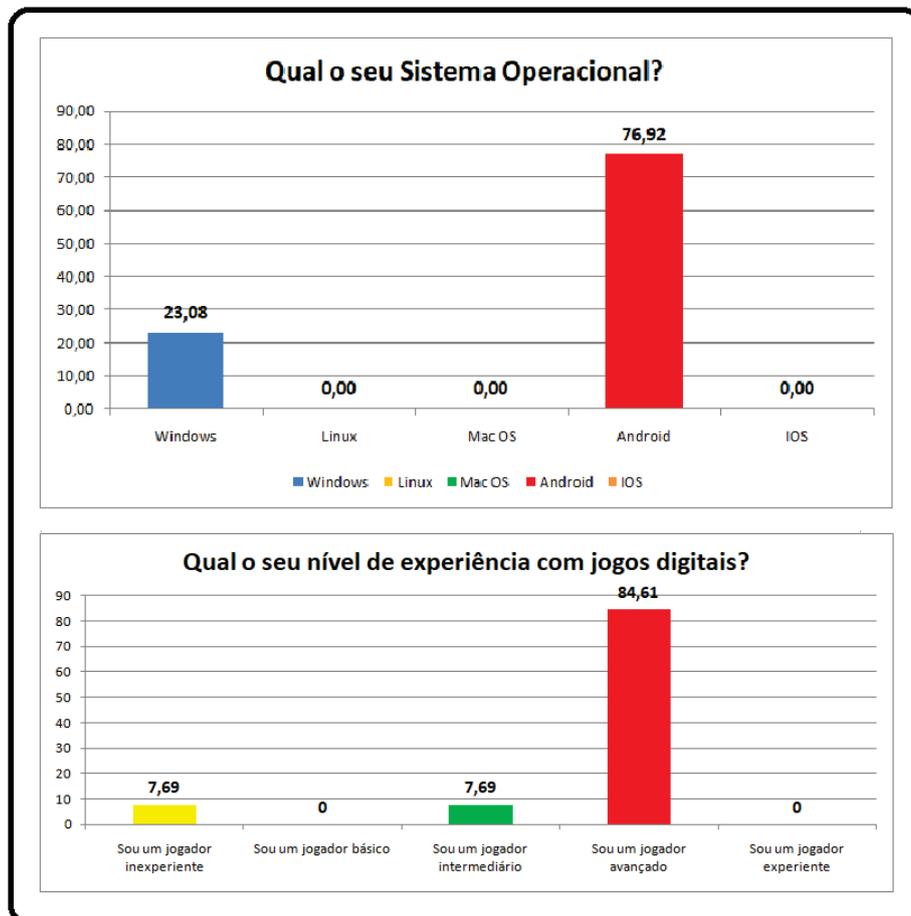
e avaliação final dos dois módulos de capacitação, até os controles adotados no módulo de Desafios para manejo de tomada de decisão da introdução, inserção, redução e retirada de gado baseado na observação sistemática do gráfico linear de crescimento de forrageiras;

- Grupo 04 - Desafios, composto por quatro perguntas, referente à experiência do jogador e se através desse módulo ajuda no entendimento e na solidificação da Lógica do Pasto sobre Pasto, bem com a qualidade das fases dentro desse módulo;
- Grupo 05 - Apresentação e Qualidade Visual, composto por cinco perguntas, foca nos componentes de instruções e interface da gamificação, como indicações, cores, botões, posicionamento de componentes, entre outros, ou seja, qualidade gráfica adotada dentro da gamificação;
- Grupo 06 - Apresentação de Áudio, composto por duas perguntas, está direcionada a qualidade sonora e funcionamento do som na ferramenta;
- Grupo 07 - Complexidade, composto por uma pergunta, aponta ao nível de complexidade que a aplicação apresenta;
- Grupo 08 - Equilíbrio do Grau de Dificuldade, composto por uma pergunta, busca avaliar a dificuldade encontrada entre as etapas do módulo de Capacitação, bem com nas fases do módulo de Desafios;
- Grupo 09 - Gratificação, composto por uma pergunta, visa verificar se a gamificação proporciona uma sensação de recompensa na medida em que as capacitações são concluídas, bem como o módulo de Desafios;
- Grupo 10 – Aplicação, composto por duas perguntas, refere-se ao uso da gamificação como ferramenta para difusão do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto, bem como a adoção de gamificação no ensino-aprendizagem de conceitos, metodologias, técnicas ou procedimentos é um procedimento válido;
- Grupo 11 – Tempo, composto por uma pergunta, verifica o tempo necessário para realizar o módulo de capacitação e o módulo de desafios.

A partir da análise dos grupos por meio dos gráficos, que podem ser observados abaixo, foi percebido que:

1. Em relação ao Grupo 1, 77% dos estudantes, preferencialmente, utilizam o sistema operacional Android, sendo 23% para Windows, para a pergunta 1 (p1) “Qual sistema operacional de sua preferência?”, já no que se refere a plataforma mais usada, 100% dos estudantes, responderam *Smartphone* para a pergunta 2 (p2) “Qual a plataforma que você mais faz uso?” e no que tange a experiência do jogador com jogos digitais, 84,61% se classificam como sendo “Sou um jogador avançado”, 7,69% se identificam como sendo “Sou um jogador intermediário” e 7,69% se categorizam como sendo “Sou um jogador inexperiente” para a pergunta 3 (p3) “Qual o seu nível de experiência com jogos digitais?”. A Figura 80, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 1.

Figura 80 – Resultados do Grupo 1



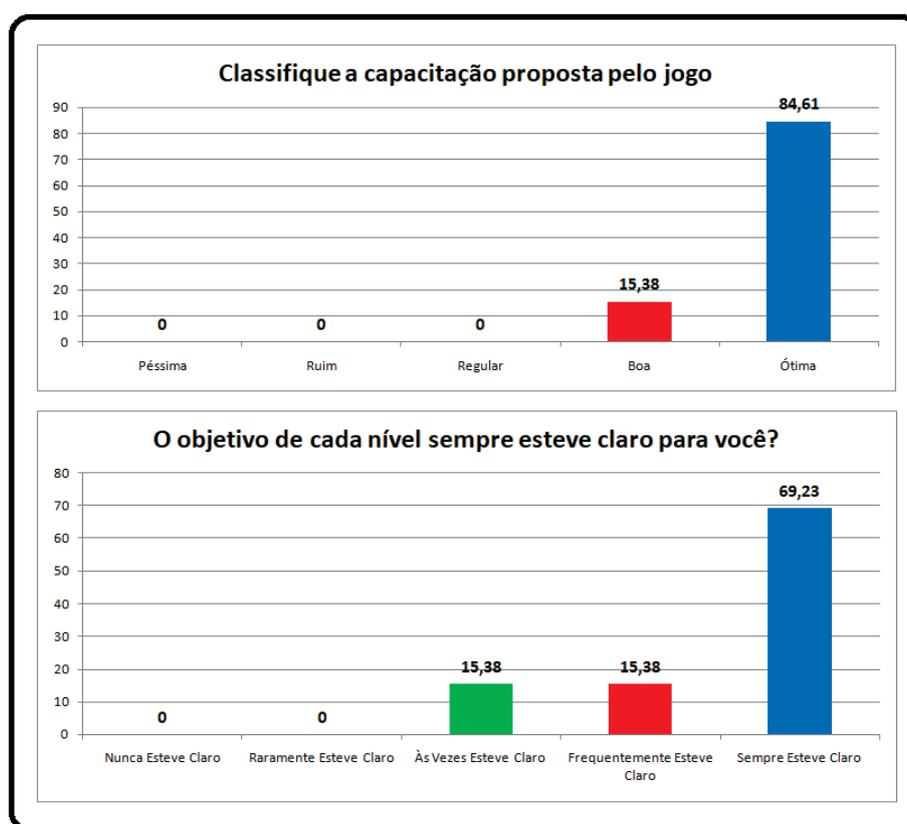
Fonte: Autor (2024)

2. Grupo 2:

- 2.1 Para 84,61% dos estudantes classificaram a proposta gamificada como sendo

“Ótima” e para 15,38% afirmaram como sendo “Boa”, para a pergunta 4 (p4) “Classifique a capacitação proposta pela ferramenta”; para a pergunta 5 (p5) “O objetivo de cada nível sempre esteve claro para você?”, 69,23% dos estudantes concordam que “Sempre Esteve Claro”, já para 15,38% aponta como “Frequentemente Esteve Claro” e 15,38% consideram como “Às Vezes Esteve Claro”. A Figura 81, apresenta os gráficos correspondentes a essas perguntas.

Figura 81 – Resultados do Subgrupo 2.1

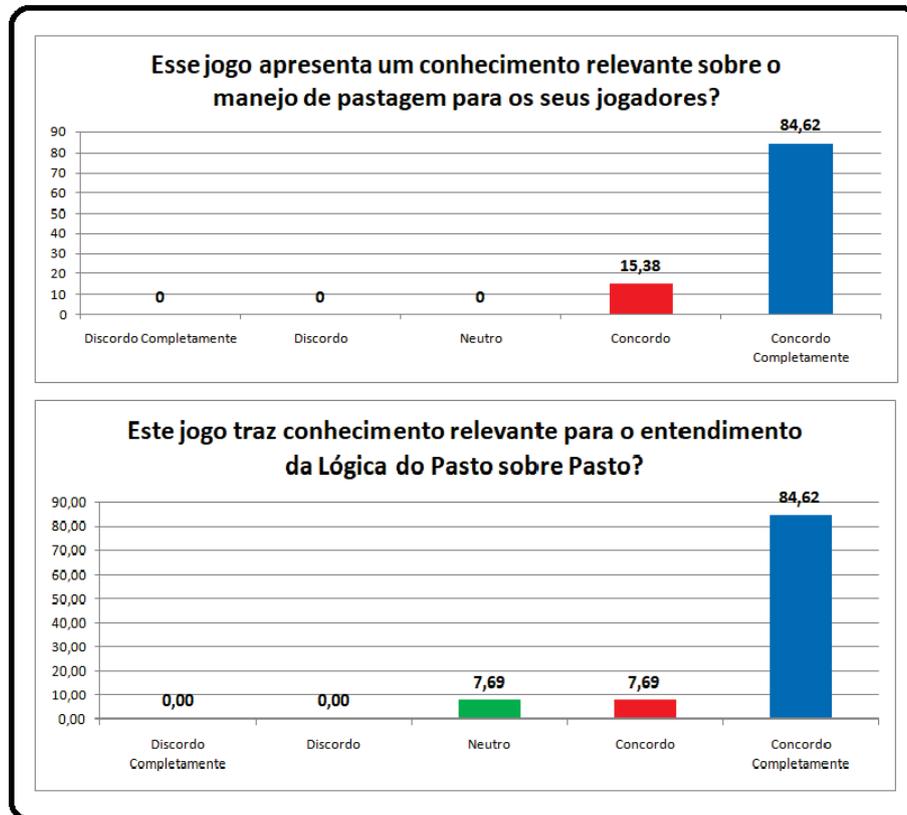


Fonte: Autor (2024)

2.2 Já no que se refere a pergunta 6 (p6) “Essa aplicação apresenta um conhecimento relevante sobre o manejo de pastagem para os seus jogadores?”, 84,61% concordam plenamente e 15,38% concordam com (p6); ainda referente ao conhecimento que a ferramenta apresenta, 84,62% concordam plenamente, 7,69% concordam e 7,69% classificam com neutro para a pergunta 7 (p7) “Este ecossistema traz conhecimento relevante para o entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto?”. A Figura 82, apresenta os

gráficos correspondentes a essas perguntas.

Figura 82 – Resultados do Subgrupo 2.2

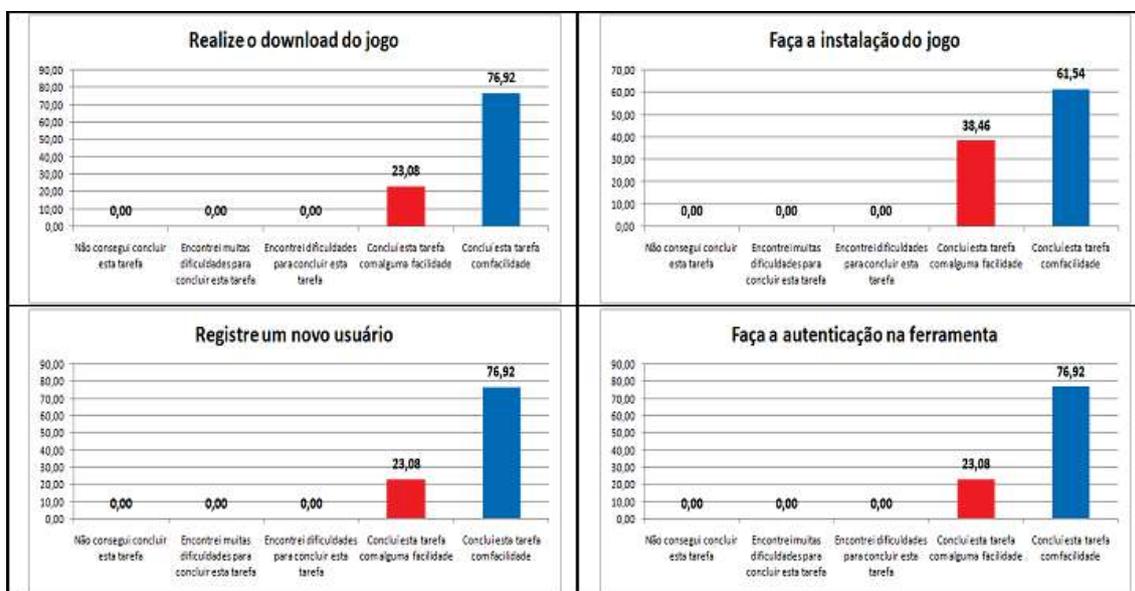


Fonte: Autor (2024)

2.3 Nas questões que abordam a *download*, instalação, cadastramento do jogador e acesso à gamificação, respectivamente, para pergunta 8 (p8) “Realize o *download* da ferramenta”, 76,92% dos estudantes apontaram que concluíram esta tarefa com facilidade e para 23,08% relataram ter concluído esta tarefa com alguma facilidade; na pergunta 9 (p9) “Faça a instalação da gamificação”, 61,54% afirmam que concluíram esta tarefa com facilidade e para 38,46% revelam que concluíram esta tarefa com alguma facilidade; para a pergunta 10 (p10) “Registre um novo usuário”, 76,92% dos estudantes indicaram que concluíram esta tarefa com facilidade e para 23,08% marcaram ter concluído esta tarefa com alguma facilidade; finalmente, para a pergunta 11 (p11) “Faça a autenticação na ferramenta”, 76,92% dos estudantes declararam que concluíram esta tarefa com facilidade e para 23,08% informaram ter concluído esta tarefa com alguma facilidade. A Figura 83, apresenta os gráficos

correspondentes a essas perguntas.

Figura 83 – Resultados do Subgrupo 2.3



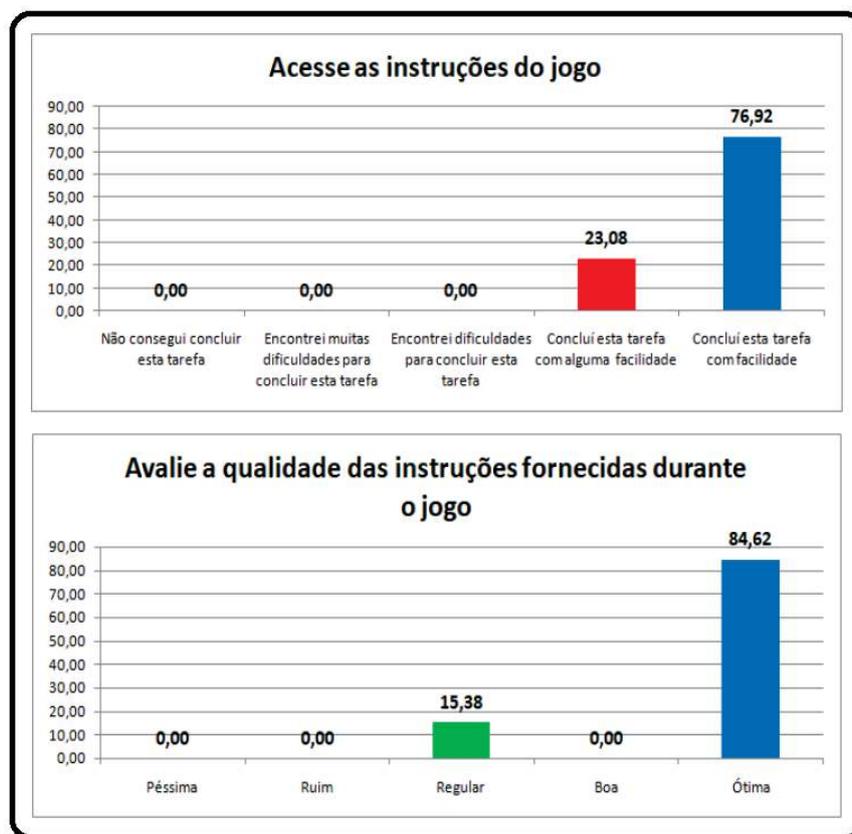
Fonte: Autor (2024)

2.4 As perguntas a seguir, tratam sobre as instruções e regras da gamificação, 76,92% dos estudantes apontam que concluíram esta tarefa com facilidade e para 23,08% afirmam ter concluído esta tarefa com alguma facilidade, para a pergunta 12 (p12) “Acesse as instruções da gamificação” e para a pergunta 13 (p13) “Avalie a qualidade das instruções fornecidas durante a ferramenta”, 84,62% dos estudantes relatam que concluíram esta tarefa com facilidade e para 15,38% marcaram ter concluído esta tarefa com alguma facilidade. A Figura 84, apresenta os gráficos correspondentes a essas perguntas.

2.5 A pergunta 14 (p14) “Ajuste as opções de áudio”, 100% dos estudantes concordam que concluíram esta tarefa com facilidade.

2.6 As questões que abordam o início da capacitação, escolha do tema, acesso ao conteúdo, exercícios, ajuda interna e externa, validação, pontuação e *ranking*, respectivamente, para pergunta 15 (p15) “Inicie a capacitação da gamificação”, 100% dos estudantes observaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 16 (p16) “Escolha uma das alternativas de capacitação da gamificação: Conceito do Pasto sobre Pasto ou Uso do Conceito do Pasto sobre Pasto na Prática.”, 100% dos estudantes identificaram

Figura 84 – Resultados do Subgrupo 2.4



Fonte: Autor (2024)

que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 17 (p17) “Acesse o conteúdo da alternativa de capacitação selecionada”, 100% dos estudantes sinalizaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 18 (p18) “Efetue os exercícios de fixação”, 100% dos estudantes classificaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 19 (p19) “Ative a ajuda interna”, 76,92% dos estudantes informaram que concluíram esta tarefa com facilidade e 23,08% mencionaram que concluíram esta tarefa com alguma facilidade; para pergunta 20 (p20) “Ative a ajuda externa”, 76,92% dos estudantes declararam que concluíram esta tarefa com facilidade e 23,08% disseram que concluíram esta tarefa com alguma facilidade; para pergunta 21 (p21) “Execute a avaliação do conteúdo”, 100% dos estudantes observaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 22 (p22) “Visualize a pontuação obtida”, 100% dos estudantes manifestaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 23 (p23) “Identifique a sua posição

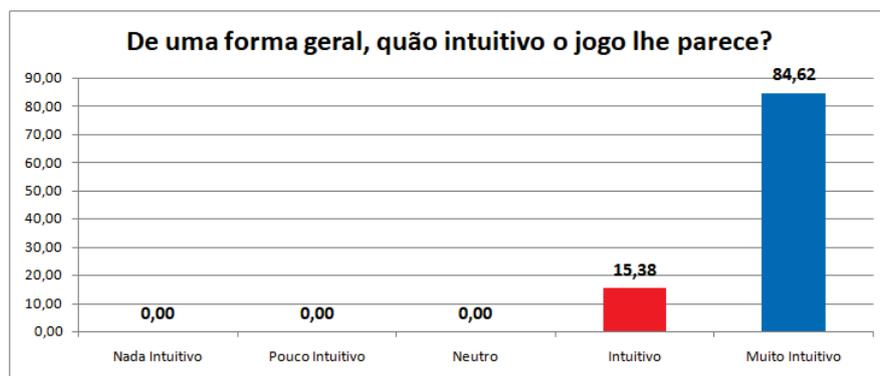
no *ranking*”, 100% dos estudantes relatam que concluíram esta tarefa com facilidade, disponível no Apêndice F - Subgrupo 2.6 e 2.7.

2.7 As questões que abordam os desafios, acesso, regras, início, manejo, se os elementos gráficos aparecem corretamente, carga animal, evolução do crescimento, manejo com sucesso e com fracasso, primeira fase e fase final, respectivamente, para pergunta 24 (p24) “Acesse os Desafios”, 100% dos estudantes classificaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 25 (p25) “Leia as regras da gamificação”, 100% dos estudantes identificaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 26 (p26) “Inicie o desafio”, 100% dos estudantes relataram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 27 (p27) “O painel de manejo, o gráfico de crescimento de alturas, contagem regressiva e descrição da forrageira aparecem de maneira correta”, 100% dos estudantes apontaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 28 (p28) “Introduza a carga animal”, 100% dos estudantes informaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 29 (p29) “Acompanha a evolução de crescimento do gráfico”, 100% dos estudantes marcaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 30 (p30) “Identifique se o manejo realizado foi um acerto ou erro”, 100% dos estudantes indicaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 31 (p31) “Conclua o primeiro nível dos Desafios”, 100% dos estudantes manifestaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para pergunta 32 (p32) “Vença os Desafios”, 100% dos estudantes demonstraram que concluíram esta tarefa com facilidade, disponível no Apêndice E - Subgrupo 2.6 e 2.7.

2.8 Para a pergunta 33 (p33) “De uma forma geral, quão intuitivo a gamificação lhe parece (fácil de entender)?”, 84,62% dos estudantes classificaram ser “Muito Intuitivo” e 15,38% declararam ser “Intuitivo”. A Figura 85, apresenta os gráficos correspondentes a essas perguntas.

2.9 Na pergunta 34 (p34) “Houve algum erro durante a execução da gamificação?”, 84,62% dos estudantes informaram como “Ótimo”, 7,69% marcaram como “Regular” e 7,69% classificaram como “Péssimo”, a amostra avaliada do módulo de Desafios não carregou, nem mesmo saindo

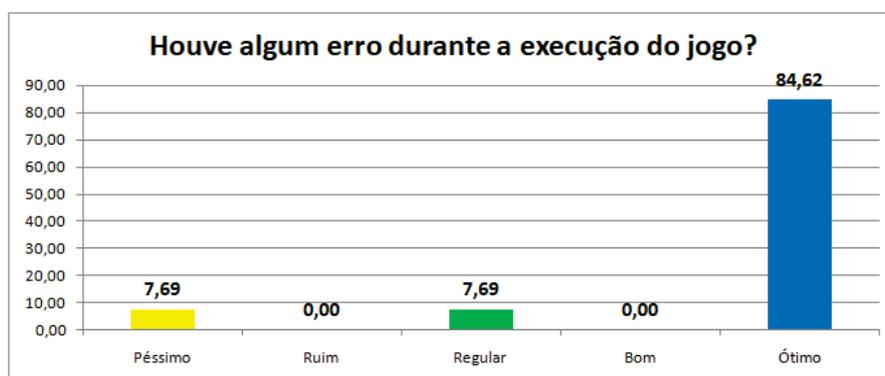
Figura 85 – Resultados do Subgrupo 2.8



Fonte: Autor (2024)

da gamificação e retornar, outra falha com esse mesmo índice houve a necessidade de voltar para o menu principal e retornar ao módulo Desafios para carregar. A Figura 86, apresenta os gráficos correspondentes a essas perguntas.

Figura 86 – Resultados do Subgrupo 2.9



Fonte: Autor (2024)

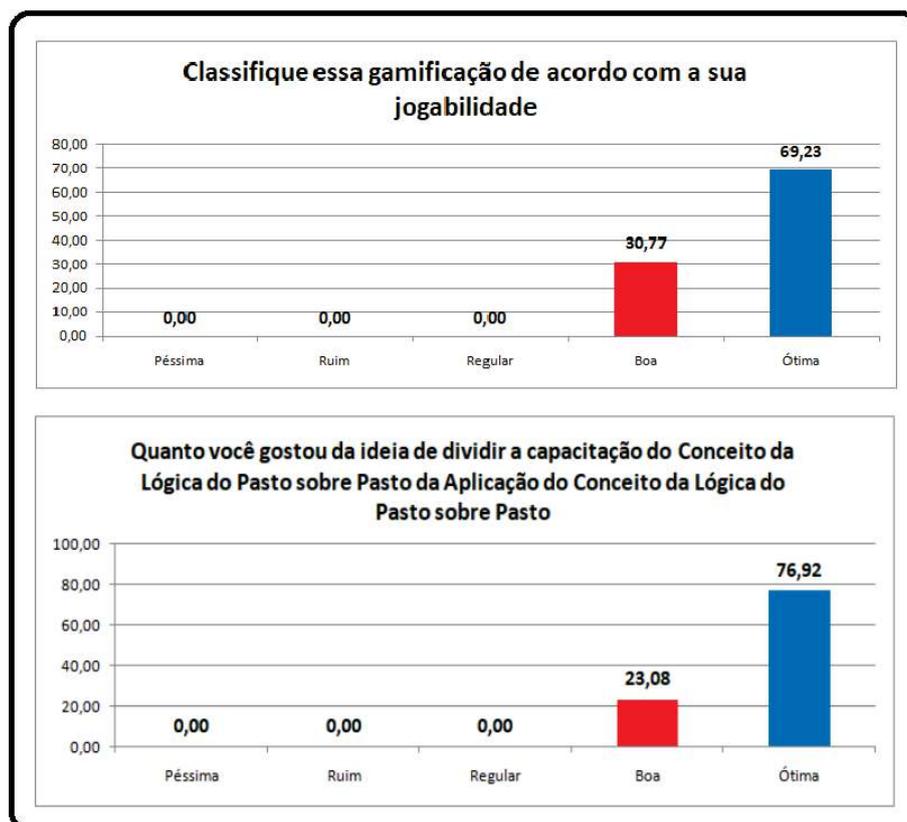
2.10 Já a pergunta 35 (p35) “Volte ao menu inicial”, 100% dos estudantes observaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para a pergunta 36 (p36) “Preencha a pesquisa”, 100% dos estudantes informaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para a pergunta 37 (p37) “Abra o créditos da gamificação”, 100% dos estudantes sinalizaram que concluíram esta tarefa com facilidade; para a pergunta 38 (p38) “Saia da gamificação”, 100% dos estudantes relataram que concluíram esta tarefa com facilidade.

3. Em relação ao Grupo 3, para 69,23% dos estudantes classificaram a jogabilidade

da gamificada como sendo “Ótima” e para 30,77% afirmaram como sendo “Boa”, para a pergunta 39 (p39) “Classifique essa gamificação de acordo com a sua jogabilidade”; para a pergunta 40 (p40) “Os marcadores de acerto ou erro foram úteis?”, 100% dos estudantes tiveram uma resposta positiva (Sim, totalmente); para a pergunta 41 (p41) “O painel de manejo permitem uma tomada de decisão eficiente?”, 100% dos estudantes apresentaram uma resposta positiva (Sim, totalmente); para a pergunta 42 (p42) “A observação do gráfico linear de crescimento de forrageiras dá condições precisas para o seu manejo correto?”, 100% dos estudantes demonstraram uma resposta positiva (Sim, totalmente); para a pergunta 43 (p43) “Os controles dos vídeos funcionaram adequadamente?”, 100% dos estudantes relataram uma resposta positiva (Sim, totalmente); para a pergunta 44 (p44) “A transição entre os conteúdos por meio dos botões próximo, anterior e voltar funcionam bem?”, 100% dos estudantes manifestaram uma resposta positiva (Sim, totalmente); para a pergunta 45 (p45) “As animações executam normalmente?”, 100% dos estudantes revelaram uma resposta positiva (Sim, totalmente); para a pergunta 46 (p46) “Indique o quanto você gostou da ideia de dividir a capacitação do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto da Aplicação do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto”, para 76,92% dos estudantes identificaram que a divisão proposta referente ao conteúdo da capacitação como sendo “Ótima” e para 23,08% disseram como sendo “Boa”. A Figura 87, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 3.

4. No Grupo 4, para 69,23% dos estudantes observaram a experiência da gamificada como sendo “Muito Desafiador” e para 30,77% afirmaram como sendo “Desafiador”, para a pergunta 47 (p47) “Em se tratando dos desafios, como foi a sua experiência da gamificação?”; para a pergunta 48 (p48) “Os desafios propostos ajudam no entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto?”, 100% dos estudantes entenderam como sendo “Ótimo”; para a pergunta 49 (p49) “Outras mecânicas de desafios seriam úteis para o melhor entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto?”, 100% dos estudantes manifestaram uma resposta positiva (Sim, totalmente); para a pergunta 50 (p50) “Avalie a qualidade dos níveis (fases) da gamificação”, para 76,92% dos estudantes manifestaram que a qualidade dos níveis da gamificação como sendo “Ótima” e para 23,08% indicaram como sendo “Boa”. A Figura 88,

Figura 87 – Resultados do Grupo 3

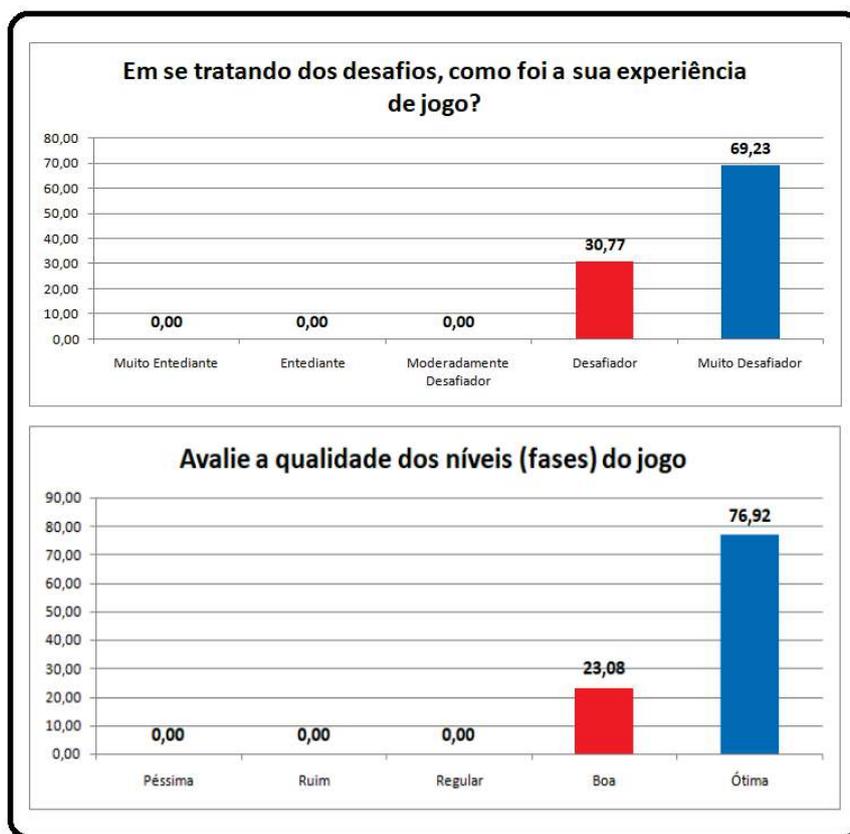


Fonte: Autor (2024)

apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 4.

5. No que se refere ao Grupo 5, para 84,62% dos estudantes classificaram os componentes como sendo “Ótimo”, para 7,69% indicaram como sendo “Bom” e para 7,69% declararam como sendo “Regular”, para a pergunta 51 (p51) “Avalie o posicionamento dos menus, indicadores de status e instruções”; para a pergunta 52 (p52) “O sistema de menus utilizado no ecossistema deixa a experiência da gamificação fluída”, para 61,54% dos estudantes identificaram uma resposta positiva (Sim, plenamente) e para 38,46% declararam também uma resposta positiva, sendo “Após o entendimento de como funciona, sim”; para a pergunta 53 (p53) “Avalie os ícones de cada botão, esquema de cores e o posicionamento dos componentes (matriz de desenho e comandos) na interface gráfica dos enigmas da gamificação”, 100% dos estudantes entenderam como sendo “Ótimo”; para a pergunta 54 (p54) “O quanto você gostou da qualidade dos gráficos da gamificação?”, para 84,62% dos estudantes a qualidade gráfica foi indicada

Figura 88 – Resultados do Grupo 4

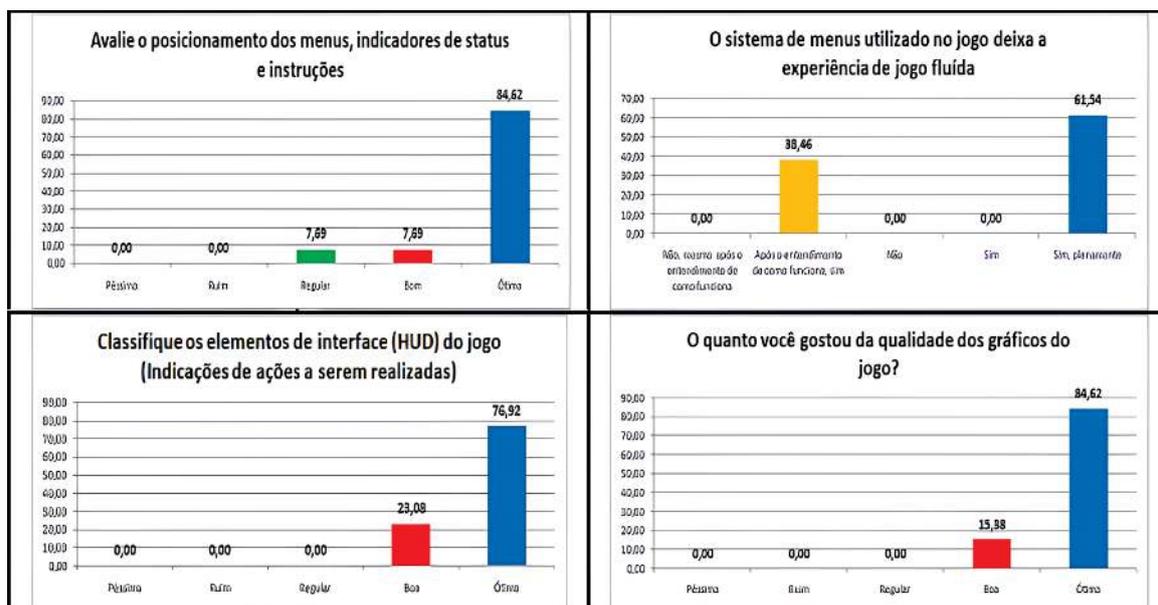


Fonte: Autor (2024)

como sendo “Ótima” e para 15,38% relataram como sendo “Boa”; para a pergunta 55 (p55) “Classifique os elementos de interface (HUD) da gamificação (Indicações de ações a serem realizadas)”, para 76,92% dos estudantes a classificação da interface, como sendo “Ótima” e para 23,08% relataram como sendo “Boa”. A Figura 89, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 5.

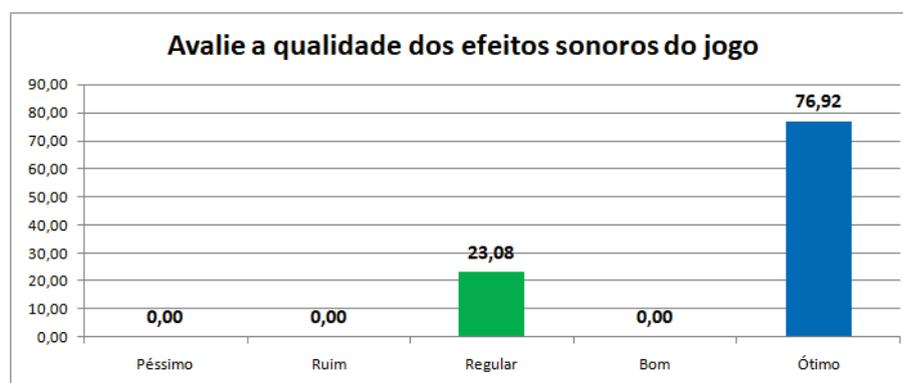
6. Grupo 6 - para 100% dos estudantes deram uma resposta positiva (Sim, plenamente), para a pergunta 56 (p56) “O áudio funciona corretamente?”; para a pergunta 57 (p57) “Avalie a qualidade dos efeitos sonoros da gamificação”, para 76,92% dos estudantes a classificação os efeitos sonoros, como sendo “Ótima” e para 23,08% relataram como sendo “Regular”. A Figura 90, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 6.
7. Relativo ao Grupo 7, para 84,62% dos estudantes apontaram a complexidade da gamificação como sendo “Moderado”, para 7,69% indicaram como sendo

Figura 89 – Resultados do Grupo 5



Fonte: Autor (2024)

Figura 90 – Resultados do Grupo 6

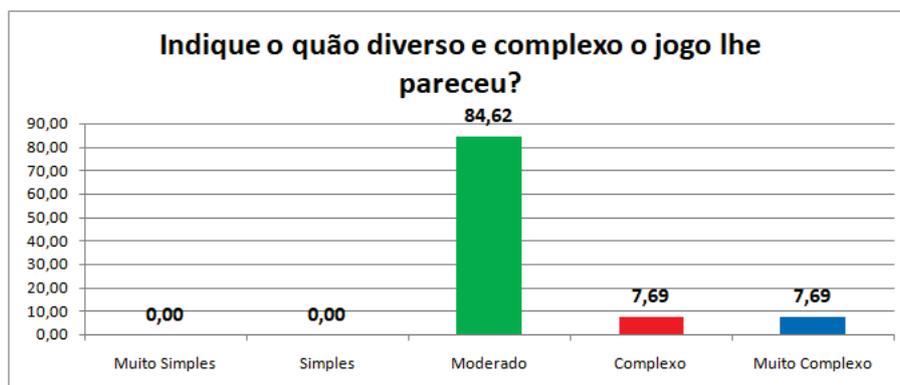


Fonte: Autor (2024)

“Complexo” e para 7,69% declararam como sendo “Muito Complexo”, para a pergunta 58 (p58) “Indique o quão diverso e complexo a gamificação lhe pareceu?”. A Figura 91, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 7.

8. No que se concerne ao Grupo 8, para 7,69% dos estudantes indicaram que a classificação da dificuldade enfrentada na gamificação, como sendo “Muito Grande”, já para 30,77% apontaram como sendo “Moderado”, para 30,77% apontaram como sendo “Pouca” e para 30,77% declararam como sendo “Muito Pouco”, para a pergunta 59 (p59) “Considerando o mecanismo empregado na

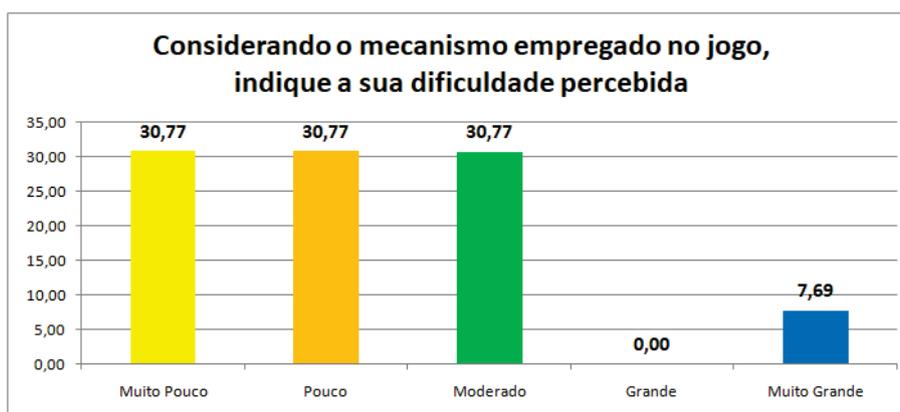
Figura 91 – Resultados do Grupo 7



Fonte: Autor (2024)

gamificação, indique a sua dificuldade percebida”. A Figura 92, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 8.

Figura 92 – Resultados do Grupo 8

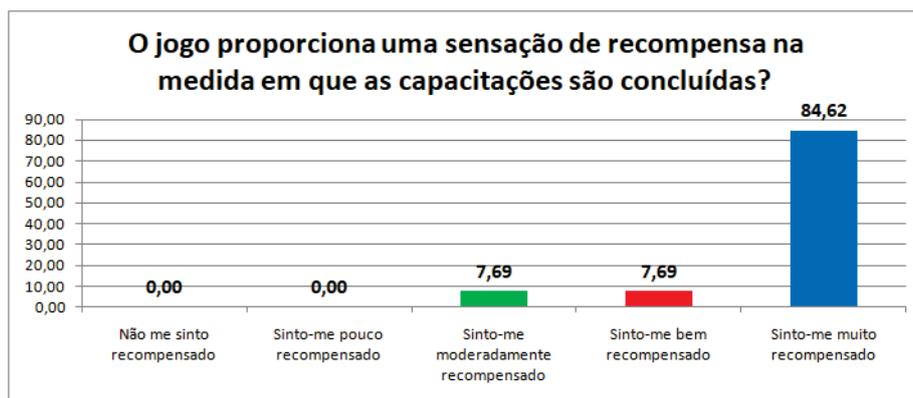


Fonte: Autor (2024)

9. Quanto ao Grupo 9, para 84,62% dos estudantes classificaram a sensação de recompensa que a gamificação, como sendo “Sinto-me muito recompensado”, para 7,69% indicaram como sendo “Sinto-me bem recompensado” e para 7,69% declararam como sendo “Sinto-me moderadamente recompensado”, para a pergunta 60 (p60) “A gamificação proporciona uma sensação de recompensa na medida em que as capacitações são concluídas?”. A Figura 93, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 9.

10. Sobre o Grupo 10, para 84,62% dos estudantes avaliaram o uso da gamificação

Figura 93 – Resultados do Grupo 9



Fonte: Autor (2024)

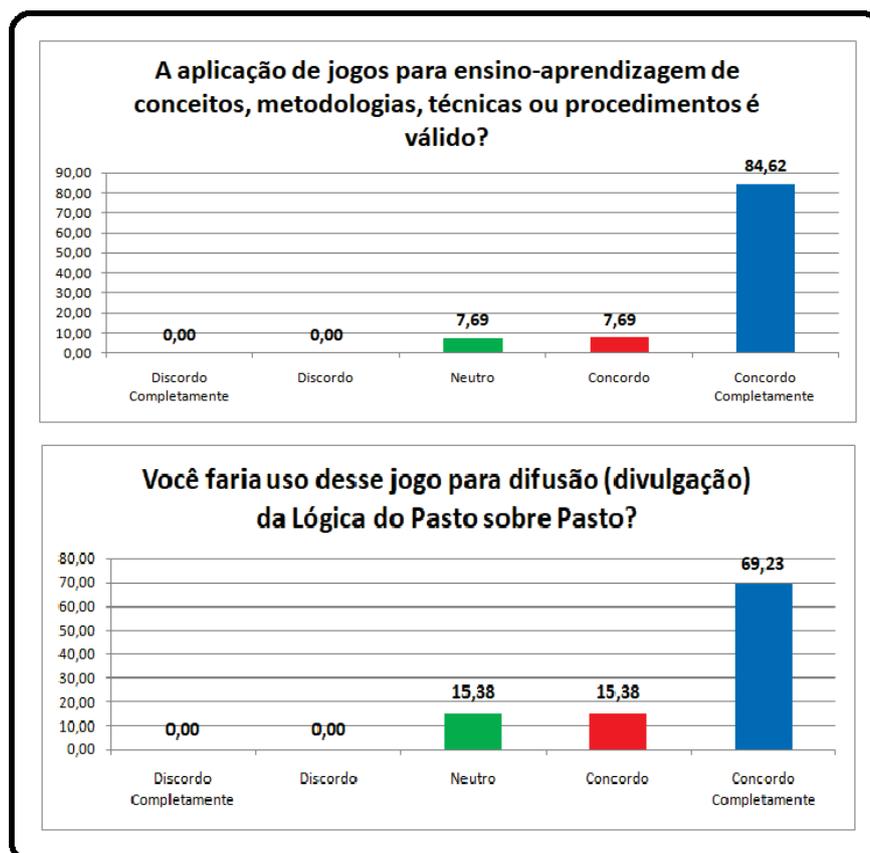
no ensino-aprendizagem respondendo positivamente, como sendo “Concordo Completamente”, para 7,69% relataram como sendo “Concordo” e para 7,69% declararam como sendo “Neutro”, para a pergunta 61 (p61) “A aplicação da gamificação para ensino-aprendizagem de conceitos, metodologias, técnicas ou procedimentos é válido?”; para a pergunta 62 (p62) “Você faria uso desse ecossistema para difusão (divulgação) da Lógica do Pasto sobre Pasto?”, para 69,23% dos estudantes respondendo positivamente, como sendo “Concordo Completamente” para difusão da Lógica do Pasto sobre Pasto, para 15,38% declararam como sendo “Concordo” e para 15,38% responderam como sendo “Neutro”. A Figura 94, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 10.

11. Acerca ao Grupo 11, para 61,54% dos estudantes classificaram o tempo empregado tanto para a capacitação quanto para os desafios, como sendo “Plenamente Adequado” e para 38,46% afirmaram como sendo “Moderadamente Adequado”, para a pergunta 63 (p63) “Classifique o tempo gasto para realizar as capacitações e desafios”. A Figura 95, apresenta os gráficos correspondentes ao Grupo 11.

Como complemento à análise dos dados referentes à avaliação da ferramenta gamificada foi verificada como se comporta a distribuição das respostas de cada pergunta, por meio de um mapa de calor, no qual foi gerado um gráfico de bolas, que mostra a tendência da respostas. A Figura 96, apresenta a distribuição das respostas.

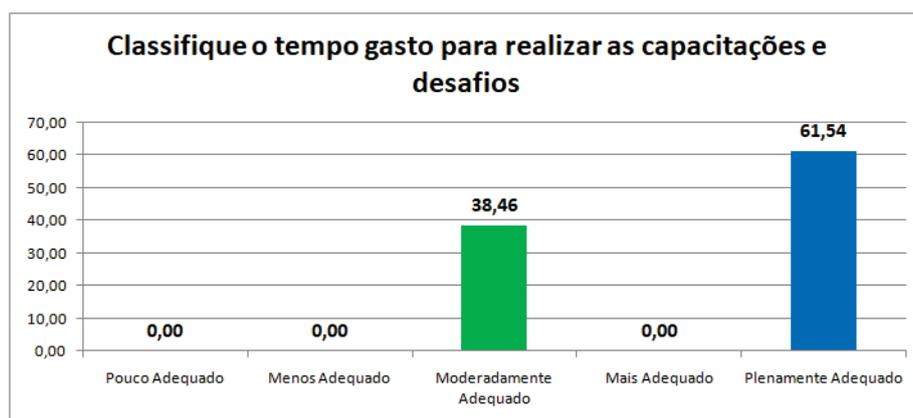
De acordo com a observação da análise geral dos resultados extraídos da aplicação do método SUS, em conjunto com o mapa de calor e o gráfico de bolhas, verificou-se

Figura 94 – Resultados do Grupo 10



Fonte: Autor (2024)

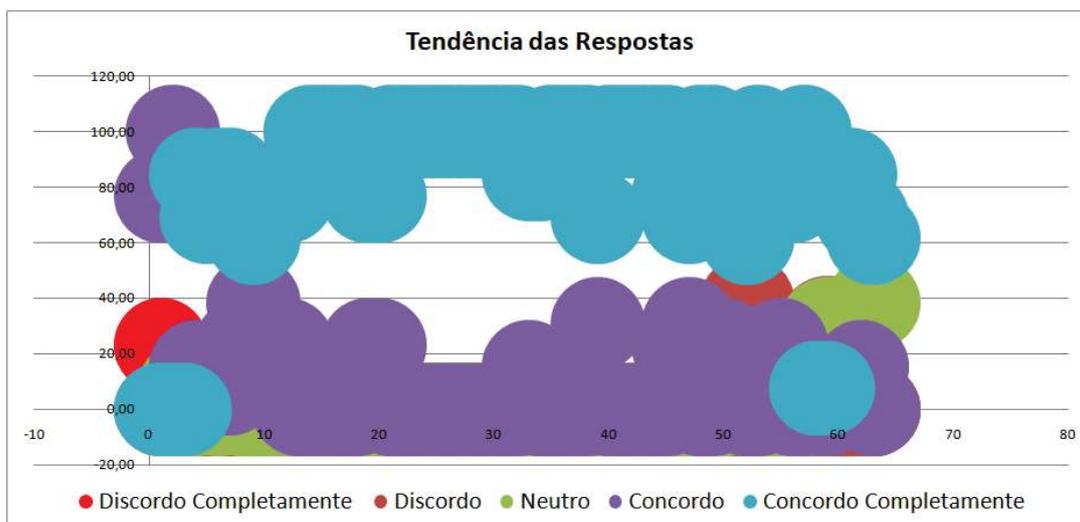
Figura 95 – Resultados do Grupo 11



Fonte: Autor (2024)

que 98,36% das perguntas (p4 a p63) apresentaram maior tendência as respostas com maior positividade em relação à eficiência e efetividade da gamificação PSPEducar, ou seja, Concordo Completamente ou Ótimo. Ainda, utilizando esse mesmo universo,

Figura 96 – Comportamento da distribuição das respostas



Fonte: Autor (2024)

39,34% houveram outras tendências de respostas positivas, não tão significativas, como Concordo ou Bom, já 21,31% estão relacionadas a Regular, Neutro ou Moderado, contudo, 3,28% e 4,92% são resultados menos favoráveis, respectivamente, Discordo ou Ruim e Discordo Completamente ou Péssimo. Assim, como pode ser notado por meio dessas tendências, que a ferramenta gamificada PSPEducar teve uma aprovação significativa pelos estudantes/jogadores.

Através dos estudos realizados sobre as teorias de aprendizagem adotadas nesse trabalho, para o desenvolvimento do modelo híbrido para ensino da capacitação do Pasto sobre Pasto, foi levantada os aspectos mais importantes dessas metodologias: TAS - a inclusão de novos conhecimentos ou informações de maneira significativa no processo de aprendizagem depende de um *background* do estudante; 4CID – a escassez progressiva de material de apoio para realização das tarefas, através de uma sequencia das atividades de aprendizagem, fazendo com que o estudante solidifique o conhecimento absorvido por ele; PI – o avanço de cada etapa da capacitação depende da absorção mínima, nesse trabalho foi definido como 70% para progressão no conteúdo.

Assim, com o propósito de avaliar a eficácia da gamificação PSPEducar e se atendeu aos objetivos propostos nesse trabalho, foram analisados estatisticamente os dados levantados a partir do experimento com os estudantes. Foram observados múltiplos aspectos, tais como, perfil, usabilidade, controle, desafio, apresentação visual, qualidade

visual, apresentação de áudio, complexidade, mecânicas, níveis, equilíbrio do grau de dificuldade, gratificação, aplicação, tempo de realização da capacitação, teste de nível de conhecimento, teste de aceitação da gamificação pelos jogadores e comportamento da distribuição das respostas de cada pergunta.

Com base na análise dos resultados do experimento, pôde ser comprovado que houve uma aceitação positiva da gamificação pelos estudantes, tendo uma tendência positiva (com mais de 98% de aceitação em todos aspectos abordados) na escala likert da opção 5, ou seja, Concordo Completamente ou Ótimo, ou seja, indicando que os estudantes tiveram uma experiência satisfatória e eficaz ao utilizar a gamificação como método de aprendizado.

Um outro aspecto bastante relevante é percebido da própria essência do grupo do experimento, no qual serão futuramente técnicos de agropecuária, que potencialmente poderão optar pelo uso e divulgação desse gamificação, pois para mais de 80% desses estudantes, concordam em utilizar esse ecossistema como ferramenta de disseminação da Lógica do Pasto sobre Pasto para os produtores rurais. Com a aplicação do experimento baseado no desempenho alcançado pelos estudantes, a média 8 atingida pelo grupo, foi considerado como sendo ter atingido um nível intermediário de desempenho.

Com base na análise dos dados podem ser inferidas várias conclusões estatísticas:

- Em relação ao desempenho dos grupos de controle e validação: O grupo de validação apresentou um desempenho significativamente superior ao grupo de controle no teste de nível de conhecimento, com uma média de 93.33 para o grupo de validação e 66.66 para o grupo de controle. Isso sugere que a gamificação teve um impacto positivo no aprendizado dos estudantes;
- Sobre a pontuação média obtida pelos estudantes: A maioria dos jogadores alcançou uma pontuação média de 8.07, indicando que a maioria se enquadra ao nível intermediário de desempenho na gamificação, ou seja, sugere que a dificuldade da gamificação estava equilibrada para a maioria dos jogadores;
- Acerca ao tempo de realização da capacitação: O tempo médio gasto pelos estudantes para completar a capacitação gamificada foi de 28.07 minutos, com variação entre 25.32 e 30.34 minutos. Isso fornece uma ideia do tempo necessário para os alunos concluírem o curso;

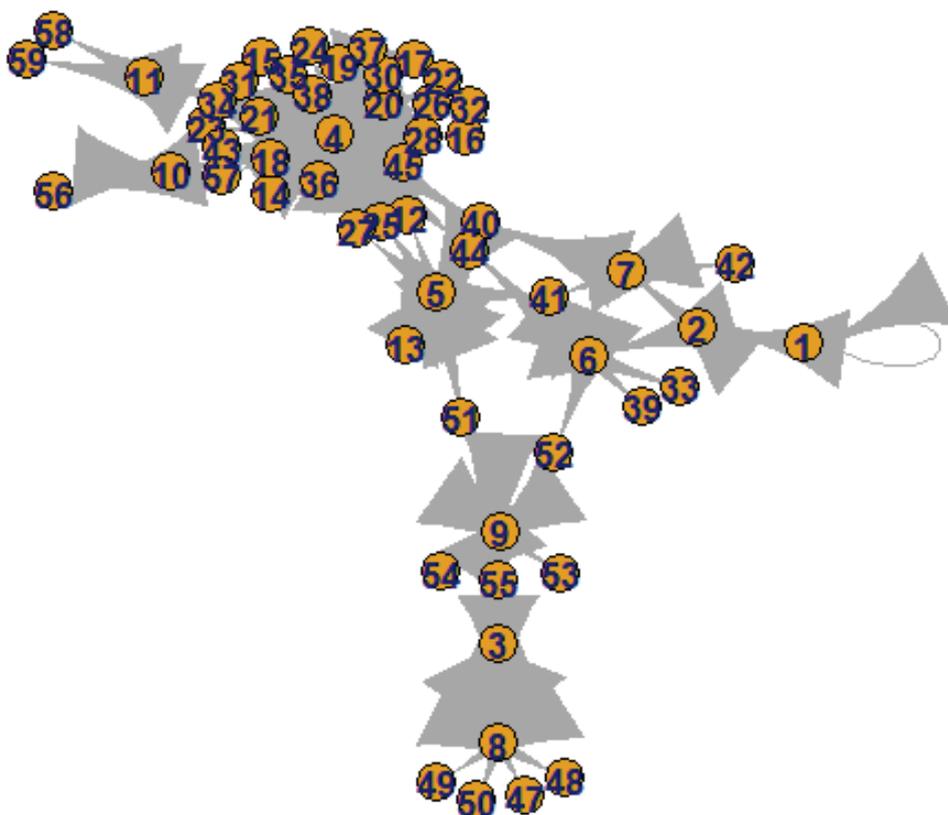
- referente à comparação entre os módulos: Os estudantes levaram mais tempo para finalizar o módulo "Uso do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática" em comparação com o módulo "Conceito do Pasto sobre Pasto", ou seja, isso pode indicar que o módulo prático era mais desafiador;
- No que concerne a avaliação do rendimento dos estudantes: O rendimento dos estudantes na avaliação da ferramenta variou de 7 a 9.5, com uma média de 8.0769, ou seja, isso sugere que a maioria dos estudantes obtiveram um bom desempenho na avaliação;
- Com relação a aceitação da gamificação: Os resultados indicam que a gamificação foi bem aceita pelos jogadores em vários aspectos, como usabilidade, qualidade visual, apresentação de áudio e complexidade, sendo que a maioria dos estudantes classificou esses critérios como "ótimo" ou "muito intuitivo";
- No que tange a complexidade percebida: A complexidade da gamificação foi considerada principalmente "moderada" pelos estudantes, o que sugere que a gamificação estava em um nível adequado de desafio para a maioria dos participantes;
- No tocante a distribuição normal dos tempos de realização: Os tempos de realização da capacitação seguiram uma distribuição normal;
- No que diz respeito a comparação entre os módulos conceito da lógica e o uso do conceito da lógica: Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos Conceito e Uso em termos de rendimento ou avaliação dos aspectos da gamificação.

A avaliação da gamificação pelos estudantes revelou que a maioria deles a considerou bastante intuitiva, desafiadora e capaz de transmitir conhecimento relevante sobre a Lógica do Pasto sobre Pasto, manejo de pastagem, mescla forrageira, entre outras. A ferramenta apresentou um impacto positivo no aprendizado dos estudantes. De forma geral, essa aplicação foi bem aceita pelos estudantes em termos de usabilidade, qualidade visual e complexidade. Portanto, é importante considerar que cada contexto educacional pode ter suas particularidades, e a gamificação deve ser adaptada de acordo com as necessidades e características do seu público-alvo.

4.3.2 Análise de Correlação de Dados

Essa subseção busca apresentar algumas correlações analisadas entre as questões abordadas no experimento do Grupo de Validação. Foi realizada a correlação das questões apresentadas aos jogadores, como o objetivo de verificar a relação de cada questão. Através disso, foram levantadas 11 agrupamentos de correlações (c) diferentes entre as 63 perguntas (p), tendo uma relevância de 85.71% dos questionário. (c1 - 3.7%, c2 - 3.7%, c3 - 3.7%, c4 - 57.4%, c5 - 12.96%, c6 - 7.4%, c7 - 5.5%, c8 - 7.4%, c9 - 9.26%, c10 - 3.7%, c11 - 3.7%). Essa rede busca demonstrar a correlação e agrupamento entre as questões aplicadas aos estudantes dentro do instrumento de avaliação. A Figura 97, apresenta o gráfico de rede de correlação das perguntas.

Figura 97 – Rede de Correlação de Perguntas



Fonte: Autor (2024)

Como pode ser observado nesse gráfico, apresentando alguns *clusters* de correlações das perguntas dos experimentos, é possível visualizar que um maior agrupamento absoluto está em c4, depois vem o agrupamento c5, seguido pelo

agrupamento c9, logo depois vem os agrupamentos c6 e c8, imediatamente o agrupamento c7 e finalmente segue os demais 5 agrupamentos c1, c2, c3, c10 e c11.

Para melhor entendimento da correlação encontrada, uma tabela das análises encontradas sobre as perguntas (p) para cada correlação (c) A Tabela 8 apresenta uma relação entre as questões (p) e análise levantada.

Tabela 8 – Questionário de Correlação

p	Análise:
p1 e p2	(c1) Como o Android foi o mais citado, significa que a plataforma móvel é também a mais usada. E como o dispositivo móvel mais difundido é o SmartPhone. Assim, mostra que os outros sistemas operacionais não são utilizados ou são muito pouco utilizados por esse grupo. Que a preferência de plataforma é o <i>smartphone</i> devido ao acesso e difusão, pois praticamente todas as pessoas possuem um dispositivo desse tipo.
p6 e p7	(c2) A gamificação traz um conhecimento relevante a respeito do manejo, bem como também conhecimento sobre o conceito do Pasto sobre Pasto.
p8 e p9	(c3) Aquisição e instalação da gamificação.
p10 a p12, p14 a p28, p30 a p38, p40, p43 a p45 e p57	(c4) Avalia o comportamento correto das funções da gamificação, bem como se o jogador conseguiu identificar o manejo correto apoiado pelos seus marcadores.
p33, p39, p44 e p52	(c5) A correlação entre a intuitividade, jogabilidade e a fluidez da gamificação.
p40 a p42	(c6) A tomada de decisão correta do manejo nos Desafios é possível através do uso das mecânicas do sistema de painéis, marcadores e observação gráfica.
p12, 13, 25, 27, 40, 41 e 51	(c7) Os elementos de navegação, indicadores, marcadores, instruções e regras foram positivamente classificados, mostrando a relação com o painel de manejo eficiente para tomada de decisão, os marcadores de sucesso e fracasso são úteis, as qualidades das regras e instruções.
p47 a p50	(c8) Essa questão mostra que a aceitação dos desafios adotados pelos jogadores foram relevantes, pois a experiência vivida foi ótima por meios dos níveis vivenciados, que auxilia sobre maneira no entendimento do Conceito do Pasto sobre Pasto e que outras mecânicas apresentadas ajudariam ainda mais no entendimento e solidificação dessa Lógica.
p51 a p55	(c9) Essa questão reflete a tendência de todos os aspectos avaliados ou relacionados a parte gráfica do ecossistema, nas quais apresentam respostas positivas significativas.
p56 e p57	(c10) A qualidade dos efeitos sonoros está diretamente relacionado a funcionalidade do áudio.
p58 e p59	(c11) Como pode ser percebido não houve dificuldade na utilização da mecânica do ecossistema, isso reflexe a complexidade baixa e moderada atribuída pelos usuários.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de jogos sérios que visam auxiliar no processo de ensino aprendizagem de produtores rurais, extensionistas, técnicos ou estudantes da área agropecuária, por meio da aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) devem estar integradas com as teorias de aprendizagem, pois a mera utilização destas tecnologias não garante, por si só o sucesso no processo de aprendizagem. Desse modo, um modelo híbrido de ensino-aprendizagem proposto neste trabalho, que envolve as metodologias Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS, *Four Component Instructional Design – 4C/ID* e *Peer Instruction – PI* que visam uma solidificação e aquisição de conhecimento sobre o Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto.

Este trabalho buscou desenvolver a gamificação PSPEducar, que visa a capacitação da Lógica do Pasto Sobre Pasto, por meio de uma atividade lúdica, almejando de alguma forma contribuir os sistemas de produção do Brasil, bem como mitigar os vazios forrageiros e aumentar o ganho produtivo.

O desenvolvimento desse modelo híbrido de ensino-aprendizado foi elaborado com base a alguns aspectos das teorias de aprendizagem estudadas, bem com a aplicação das TIC, por meio do processo de revisão da literatura, que resultou em um referencial teórico acerca da gamificação de jogos sérios voltados para o ensino, treinamento e capacitação de forma lúdica, bem como as informações obtidas com pesquisadores da Embrapa Pecuária Sul, que atuam na área de forrageiras e manejo de pastagens.

Dentre as contribuições mais significativas deste trabalho, está no desenvolvimento de um ecossistema gamificado, que auxilia no processo de capacitação sobre a lógica do Pasto sobre Pasto, tanto sobre o conceito da lógica quanto sobre o uso do conceito da lógica na prática aos jogadores. Além do manejo mais adequado, que o produtor necessita realizar junto às pastagens, o planejamento forrageiro e seus ciclos, o controle das alturas de entrada e saída do gado, entre outros aspectos. Através dessa abordagem educacional visa aprimorar das habilidades e conhecimentos dos produtores rurais, contribuindo assim para a melhoria da gestão agropecuária.

Essa ferramenta de ensino-aprendizagem utiliza elementos de gamificação de maneira lúdica e acessível para por em prática, medir e avaliar o conhecimento do produtor rural, por meio de interações multimídia, *quizzes*, desafios do tipo *time attack*

e acesso a conteúdos externos, bem com um mecanismo de salvamento desenvolvido permite salvar e restaurar os dados do jogo tanto para o ponto de partida, quanto manter as informações do ponto no qual usuário parou em cada *savepoint* dentro do jogo.

A gamificação PSPEducar foi validada por 26 estudantes do Curso Técnico em Agropecuária da disciplina de Forragicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense, do Campus Bagé. Para avaliação da gamificação PSPEducar foram gerados gráficos e cálculos estatísticos, utilizando ferramentas estatísticas, com a ferramenta RStudio, com base nos dados extraídos dos *playtests* e observações levantadas no processo de validação dos estudantes.

A partir dos resultados extraídos da aplicação do experimento demonstraram que a ferramenta de capacitação gamificada PSPEducar contribui para o auxílio de aprendizagem da Lógica do Pasto sobre Pasto, e apresenta conhecimentos relevantes sobre manejo de pastagens, mesclas forrageiras e consórcio forrageiro, vindo de encontro com cumprindo o objetivo deste trabalho. Quanto aos objetivos específicos, pode-se afirmar que todos os foram alcançados durante o processo de desenvolvimento da gamificação, por meio da criação de mecanismos e funcionalidades para chegar esses fins.

O desenvolvimento de uma arquitetura modular permite que a aplicação seja acrescida de novas mecânicas e funcionalidades ao longo do tempo com certo grau de facilidade. E para isso, a Unity foi selecionada como *game engine*, após uma análise das opções disponíveis, tendo como critérios: a facilidade de uso, a licença de *software*, a documentação abundante e o tamanho da comunidade de desenvolvedores, nas quais auxiliaram no desenvolvimento do jogo.

Com base na análise de resultados extraídos do experimento junto com os estudantes, foi verificado que a PSPEducar possui uma jogabilidade e qualidade gráfica adequada para os seus fins. A gamificação apresenta aos jogadores conhecimento relevante sobre o objetivo proposto e temas correlacionados, como por exemplo, consórcio forrageiro, manejo de pastagens e forrageiras. Entretanto, a ferramenta apresenta limitações, como: o alto nível de abstração dos comportamentos e transições de crescimento das forrageiras e a limitação de mecânicas disponíveis.

5.1 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, levando em consideração a análise feita através do teste de usabilidade, pretende-se incluir na ferramenta um mecanismo que permita realizar tarefas em modo multiusuário, por exemplo, o administrador da aplicação pode lançar desafios em forma de perguntas, que possam ser discutidas e respondidas de maneira cooperativa.

Outro trabalho futuro a é possibilidade de incluir assuntos complementares em, bem como implementar novos níveis do desafio ou novos desafios com outras funcionalidades e mecanismos, que aumentem o nível de competição e atenção pelo jogador.

Ainda, compilar o ecossistema gamificado PSPEducar para outras plataformas, tais como, Mac, IOS, Linux e WebGL.

Um aspecto que deve ser trabalhado é o desenvolvimento de um módulo de cadastro de questões, que possam ser sorteadas aleatoriamente para serem apresentadas no *quiz* do usuário. Além disso, seria interessante lançar perguntas para o público, as quais poderiam ser discutidas em pares ou grupos.

Além disso, a realização de testes com produtores rurais para verificação da usabilidade e aceitação por parte deles. E finalmente, a capacitação pode ser refinada, tornando o jogo uma ferramenta de pesquisa científica, bem como o alto nível de abstração comportamental pode ser aprimorado tornando mais próximo ao comportamento do mundo real.

REFERÊNCIAS

- 6SENSE. *Game Development technologies*. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://6sense.com/tech/game-development>.
- ADAMS, E. **Fundamentals of Game Design**. New Riders, 2014. 560 p. (Always learning Pearson). ISBN 9780321929679. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=L6pKAgAAQBAJ>.
- ALMEIDA, M. E. B.; ALMEIDA, F. J. d. Uma zona de conflitos e muitos interesses. **Salto para o Futuro: TV e Informática na Educação**, 1998. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002689.pdf>.
- ALMEIDA, M. E. B. d.; SILVA, M. d. G. M. d. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. **Revista e-curriculum**, v. 7, n. 1, p. 401–446, 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/5676/4002>.
- ALVIM, M. J. e. a. **Sistema de produção de leite com recria de novilhas em sistemas silvipastoris**. [S.l.], 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cntia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteRecriadeNovilhas/index.htm>.
- ANATEL. **Brasil registra 229 milhões de linhas móveis em dezembro 2018**. [S.l.], 2018. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/dados/acessos-telefoniamovel/>.
- ANTUNES, J. M. **Vazio forrageiro: estratégias para driblar a escassez de pasto no outono**. Embrapa Trigo, 2018. 1p. (Technical Report 18-02-20).
- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362>.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARRETO, C.; BECKER, E.; GHISLENI, T. Gamificação: uma prática da educação 3.0. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 4, p. 401–446, 2019. Disponível em: <https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/942>.
- BARTIE, A. **Garantia Da Qualidade De Software: Adquirindo Maturidade Organizacional**. Elsevier Brasil, 2013. 328 p. ISBN 9788535273298. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Fq04DwAAQBAJ>.
- BATES, B. **Game Design**. Premier Press, 2004. ISBN 9781592004935. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=f7XFJnGrb3UC>.
- BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. Ribeirão Preto: Funpec, 2002. v. 5. 274 p.
- BETHKE, E. (Ed.). **Game Development and Production**. Texas - USA: Wordware Publishing Incorporated, 2003.

- BOUCINHA, M. R.; TAROUCO, M. R. L. Avaliação de ambiente virtual de aprendizagem com o uso do sus - system usability scale. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, n. 3, dez. 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/44479>.
- BRAGA, L. et al. Attribute sniffer: Collecting attribute metrics for c code. In: **Anais Estendidos do X Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019. p. 96–101. ISSN 0000-0000. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/cbsoft_estendido/article/view/7664.
- BRELAZ, et al. Gamification of the fazenda 3d - a playful alternative to learning in the agriculture and livestock technical education. **2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)**, v. 1, p. 290–294, 2019. Disponível em: <https://www.computer.org/csdl/proceedings-article/laclo/2019/428600a290/1hrMtvkPUGF>.
- BROOKE, J. Sus: A quick and dirty usability scale. **Usability Eval. Ind.**, v. 189, 11 1995.
- BROOKE, J. Sus: a retrospective. **Journal of usability studies**, Usability Professionals' Association Bloomington, IL, v. 8, n. 2, p. 29–40, 2013.
- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. d. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. **Manejo sustentável em pastagem. Maringá: Universidade Estadual de Maringá**, v. 1, p. 1–20, 2005. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/gpep/documents/artigos/2005/Comportamento>
- CHENG, C. et al. Virtual display and interactive experience platform of farming culture based on unity3d. **International Federation of Automatic Control - Papers OnLine - ELSEVIER**, v. 51, n. 17, p. 637–642, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318312436>.
- CHIARELLO, M. Guia para mapeamento objeto relacional metodologia celepar. 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/17225266-Guia-para-elaboracao-do-modelo-de-dominio-metodologia-celepar.html>.
- CLERISSI, D. et al. Towards the generation of end-to-end web test scripts from requirements specifications. **IEEE. 2017 IEEE 25th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)**, n. 25, p. 343–350, 2017.
- COSTA, I. C. et al. Desenvolvimento de um curso seguindo a aprendizagem baseada em problemas: um estudo de caso. **Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), 2007 - XIII Workshop sobre Informática na Escola**, 2007. Disponível em: <http://www.ic.uff.br/andrebrandao/DesenvolvimentoDeUmCurso.pdf>.
- CRAWFORD, C. **The Art of Computer Game Design**. Osborne/McGraw-Hill, 1982. Disponível em: <https://ia902207.us.archive.org/31/items/artofcomputergam00chri/artofcomputergam00chri.pdf>.
- CROUCH, C. H. e. a. Peer instruction: Engaging students one-on-one, all at once. [s.l.], 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/216743159_Peer_Instruction_Engaging_students_one-on-one_all_at_once.

DEITEL, H.; DEITEL, P.; STEINBUHLER, K. **C Como programar**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education, 2003. 1158 p.

DETERDING, S.; KHALED, R. Gamification: Toward a definition. **CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings**, p. 12–15, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273947177_Gamification_Toward_a_definition.

DUMAS, J. S.; LORING, B. A. **Moderation usability tests – principles practices for interaction**. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008. 2 p.

EMBRAPA. **Planejamento Forrageiro**. Embrapa Agricultura Temperada, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120037/1/Planejamento-Forrageiro-42x21-curvas.pdf>.

EMBRAPA. **Como o planejamento forrageiro pode aumentar a produção do leite?** [S.l.], 2020. 1p. (Technical Report 20-10-12). Disponível em: <https://camposgeraisrural.com.br/noticia/608/como-o-planejamento-forrageiro-pode-aumentar-a-producao-do-leite->.

ESPINDOLA, R. O que é a gamificação e como ela funciona? 2016. Disponível em: <https://www.edools.com/o-que-e-gamificacao/>.

FARIAS, G. B. d. Contributos da aprendizagem significativa de david ausubel para o desenvolvimento da competência em informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 58–76, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/issue/view/1906>.

FERNANDES, F. G.; CARDOSO, A.; JÚNIOR, E. A. L. Feel your arm: Serious game para apoio à reabilitação utilizando dispositivo vestível myo. In: **Proceedings of SBGames 2016, São Paulo**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 178 – 181. ISSN 2179-2259.

FILHO, E. M. **Teste de Software**. Rio de Janeiro: Atlas Books, 2013. 9-10 p.

FIRESMITH, D. G. **Common system and software testing pitfalls: how to prevent and mitigate them: descriptions, symptoms, consequences, causes, and recommendations**. [S.l.]: Addison-Wesley, 2014.

FOUNTAS, S. et al. A serious video game for smart farming technologies. **12th EFITA International Conference**, p. 27–29, 2019. Disponível em: <https://efita-org.eu/wp-content/uploads/2020/02/39.-efita17.pdf>.

FULLERTON, T. (Ed.). **Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games**. New York - USA: A K Peters/CRC Press, 2018. 556 p. 4. ed.

GIANTS SOFTWARE. Farming simulator 20. 2020. Disponível em: <https://www.farming-simulator.com/>.

GIL, A. C. (Ed.). **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Ed. Atlas S.A., 2007. v. 1.

GOODMAN, E.; KUNIAVSKY, M. **Observing the user experience: a practitioner's guide to user research**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2003.

GUEDES, G. T. A. **UML - Uma Abordagem Prática**. [S.l.]: Novatec, 2018.

HAMBLING, B.; GOATHEM, P. V. (Ed.). **User Acceptance Testing**. <https://books.google.com.br/books?id=NzDkkgEACAAJ>: BCS, The Chartered Institute for IT, 2013.

HEPTAGON. Scrum [online]. 2010. Disponível em: <http://www.heptagon.com.br/scrum>.

HOODA, I.; CHHILLAR, R. S. Software test process, testing types and techniques. **International Journal of Computer Applications**, v. 111, n. 13, p. 0975 – 8887, 2015. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.695.1299rep=rep1type=pdf>.

HUMBLE, J.; FEARLEY, D. **Entrega Contínua: Como Entregar Software de Forma Rápida e Confiável**. [S.l.]: Bookman, 2014. 97 p.

HUOTARI, K.; HAMARI, J. A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature. **Electronic Markets**, v. 27, n. 1, p. 21–31, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401217305169>.

ISO/IEC/IEEE. **ISO/IEC/IEEE 29119-1 - Software and systems engineering - Software testing - Part 1: Concepts and definitions**. Geneva, Switzerland, 2013. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/45142.html>.

JAQUES, P. A. et al. Using pedagogical agents to support collaborative distance learning. **Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community**, p. 546–547, 2002. Disponível em: <https://repository.isls.org/bitstream/1/3840/1/546-547.pdf>.

JR., E. B.; LOPES, R. Impacto do uso da peer instruction no ensino superior de lógica para computação no brasil. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 72–82. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14473>.

KAMMAKOMATI, M. **Implementing backend for Unity3D games using PHP**. HackerNoon.com, 2018. Disponível em: <https://medium.com/hackernoon/implementing-backend-for-unity3d-games-using-php-6f043b5b7db7>.

KAPP, K. M. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. **Conjectura: Filosofia e Educação**, v. 18, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/2048>.

KOIVISTOA, J.; HAMARIA, J. The rise of motivational information systems: A review of gamification research. **International Journal of Information Management**, v. 45, p. 191–210, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401217305169>.

LEMOS, E. M. et al. Hospital mirim: um serious game como brinquedo terapêutico digital interativo no apoio a procedimentos médicos. **SBC – Proceedings of SBGames**, 2016. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157828.pdf>.

LENGEL, J. G. (Ed.). **Educação 3.0: novas perspectivas para o ensino**. São Leopoldo, RS: Unisinos, 2017.

LLORENS-LARGO, F. et al. Gamification of the learning process: Lessons learned. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, v. 11, n. 4, p. 227–234, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7600433?reload=true>.

LUCENA, C. S.; SILVA, G. P. S.; GUIMARÃES, J. L. Como a utilização da aprendizagem significativa de david ausubel pode contribuir com a formação do aluno. **VI Congresso Nacional de Educação**, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/educacao/detalhes/anais-vi-conedu>.

MARCZEWSKI, A. (Ed.). **Gamification : a simple introduction a bit more**. [S.l.]: [s.l.], 2013.

MARTINS, C.; GIRAFFA, L. M. M. Gamificação nas práticas pedagógicas em tempos de cibercultura: proposta de elementos de jogos digitais em atividades gamificadas. **researchgate - Anais do Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação**, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/8683?mode=full>.

MARTINS, J. C. C. **Técnicas para gerenciamento de projetos de software**. Brasport - Rio de Janeiro: Brasport, 2007. 456 p.

MASCARENHAS, S. A. (Ed.). **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. Disponível em: <https://repositorio.uces.br/xmlui/handle/11338/6829>.

MASTELLA, P. H. L. Principais desafios da produção de sementes forrageiras. **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, v. 27, n. 2, 2017. Disponível em: https://www.abrates.org.br/img/informations/f2811391-056f-42d0-85d0-f47aea183d7c_INFORMATIVOAnaisXXCBSementes.pdf.

MATHIASSEN, L.; SØRENSEN, C. Towards a theory of organizational information services. **Journal of Information Technology**, v. 23, p. 313–329, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1057/jit.2008.10>.

MENEZES, A. B. d. C. Gamificação no ensino superior como estratégia para o desenvolvimento de competências: um relato de experiência no curso de psicologia. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 6, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/2093>.

MERRIËNBOER, J. J. G. V.; KESTER, L. (Ed.). **The Four-Component Instructional Design Model: Multimedia Principles in Environments for Complex Learning**. New York: The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, 2005. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/cambridge-handbook-of-multimedia-learning/fourcomponent-instructional-design-model-multimedia-principles-in-environments-for-complex-learning/3D7027423C5A22AB4E092EE20CFFF598>.

MICHAEL, D.; CHEN, S. (Ed.). **Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform**. Cengage Learning, 2005. v. 1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234812017_Serious_Games_Games_That_Educate_Train_and_Inform.

MIOZZO, R. K. **Desenvolvimento de um serviço de informações gamificado como uma estratégia de engajamento do consumidor com a marca**. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2015.

MOHD, C. K. N. C. K.; SHAHBODIN, F. Personalized learning environment: Alpha testing, beta testing user acceptance test. **Elsevier**, n. 195, p. 837–843, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815037982>.

MOLAN, L. K. **Estrutura do Dossel Interpretação Luminosa e Acúmulo de Forragem em Pastos de Campim-Marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 2017.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. I. **Modificação da superfície de sementes aplicando Radiação UV em Leite Fluidizado**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2020.

MYERS, G. J.; BADGETT, T.; SANDLER, C. (Ed.). **The Art of Software Testing**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley Sons, Inc., 2012. v. 1.

NBR ISO/IEC 12207. **Sistemas e engenharia de software - Processos de ciclo de vida de software**. 2017. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/10985/nbriso-iec12207-sistemas-e-engenharia-de-software-processos-de-ciclo-de-vida-de-software>.

NURITHA, I.; WIDARTHA, V.; BUKHORI, S. Designing gamification on social agriculture (sociag) application to increase end-user engagement. In: **4th International Conference on Computer Applications and Information Processing Technology (CAIPT)**. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8320713>: IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; KLUTHCOUSKI, J. **Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento do Marandu consorciada com cereais**. Integração Lavoura-Pecuária. 1. ed. Santo Antonio de Goiás, 2003. 303-329 p. 1p. (Technical Report 18-02-20).

PRESSMAN, R. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2011. 409 p.

PRODANOV, C.; FREITAS, E. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico - 2ª Edição**. Editora Feevale, 2013. ISBN 9788577171583. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=zUDsAQAAQBAJ>.

RABIN, S. (Ed.). **Introdução ao desenvolvimento de games: A indústria de jogos: produção, marketing, comercialização e direitos autorais**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 4.

RIOS, E.; MOREIRA, T. **Teste de Software**. 3. ed. Rio de Janeiro: Alta books, 2013. 304 p. ISBN 978-8576087755.

ROBAINA, R. P. **SIMCOW: Jogo para aprendizado de gestão de propriedades**. Dissertação (Graduação) — Universidade Federal do Pampa - Unipampa, Bagé, Dec 2018.

ROGERS, S. (Ed.). **Level Up: Um guia para o design de grandes jogos**. ISBN 978-85-212-0700-9.: São Paulo: Bulcher, 2012.

RUBIN, J.; CHISNELL, D.; SPOOL, J. **Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests**. Indianapolis: Wiley, 2008. v. 2.

SALLES, A.; CORBAL, L. **Importância da altura de entrada e saída das pastagens**. <https://pastocomciencia.com.br/2019/05/28/alturadeentradaesaida/>, 2019. 1p. (Technical Report 19-05-28).

SANTOS, N. L. As interações entre solo, planta e animal no ecossistema pastoril. **Ciência Animal**, v. 21, n. 1, p. 65–76, 2011. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-7913>.

SBOK, G. (Ed.). **Um Guia para o Conhecimento em Scrum (Guia SBOK™)**. Arizona - USA: SCRUMstudy, 2007.

SCHELL, J. **The Art of Game Design: A book of lenses**. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2019.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **The Scrum Guide The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game**. [S.l.], 2017. Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf>.

SILVA, A. L. P. **Estrutura do dossel e o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras em pastos de capim Mombaça**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2004.

SILVA, C. J. S. d. Aplicação das metodologias Ágeis no desenvolvimento de advergames. **SBC – Proceedings of SBGames**, 2016. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157150.pdf>.

SILVEIRA, e. a. **Pasto sobre pasto**. Embrapa Pecuária Sul, 2022. (Technical Report -08-22).

SILVEIRA, M. C. T.; MONTARDO, D. P.; SANTANNA, D. M. **Pasto sobre pasto: estratégias de manejo para uso de mesclas forrageiras de inverno e verão visando melhor distribuição de forragem**. Embrapa Pecuária Sul, 2019. 1p. (Technical Report -09-20).

SMITH, P.; HARTLEY, T. P.; MEHDI, Q. H. C interpreter and unity 3d for educational programming games. In: **Proceedings of CGAMES'2013 USA**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 41–47.

TEIXEIRA, J. C.; ANDRADE, G. A. d. Carboidratos na alimentação de ruminantes. **II Simpósio de Forragicultura e Pastagens – NEFOR – UFPA**, 2001. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/5/3/598>.

UNITY. **Unity Documentation - PlayerPrefs**. [S.l.], 2023. Disponível em <<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/PlayerPrefs.html>>.

VESA, M. et al. Computer games and organization studies. **SAGE Journal - Organization Studies**, v. 38, n. 2, p. 273–284, 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0170840616663242>.

VISION MOBILE. Vision mobile, developer economics, state of the developer nation q3. 2014. Disponível em: <<http://www.visionmobile.com/product/developer-economics-q3-2014/>>. Acesso: Fevereiro, 2020.

VOCKE, H. **The Practical Test Pyramid**. 2018. Disponível em: <https://martinfowler.com/articles/practical-test-pyramid.html>.

WATKINS, J.; MAZUR, E. Retaining students in science, technology, engineering, and mathematics (stem) majors. **Journal of College Science Teaching**, v. 42, n. 5, p. 36–41, 2013. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1011746>.

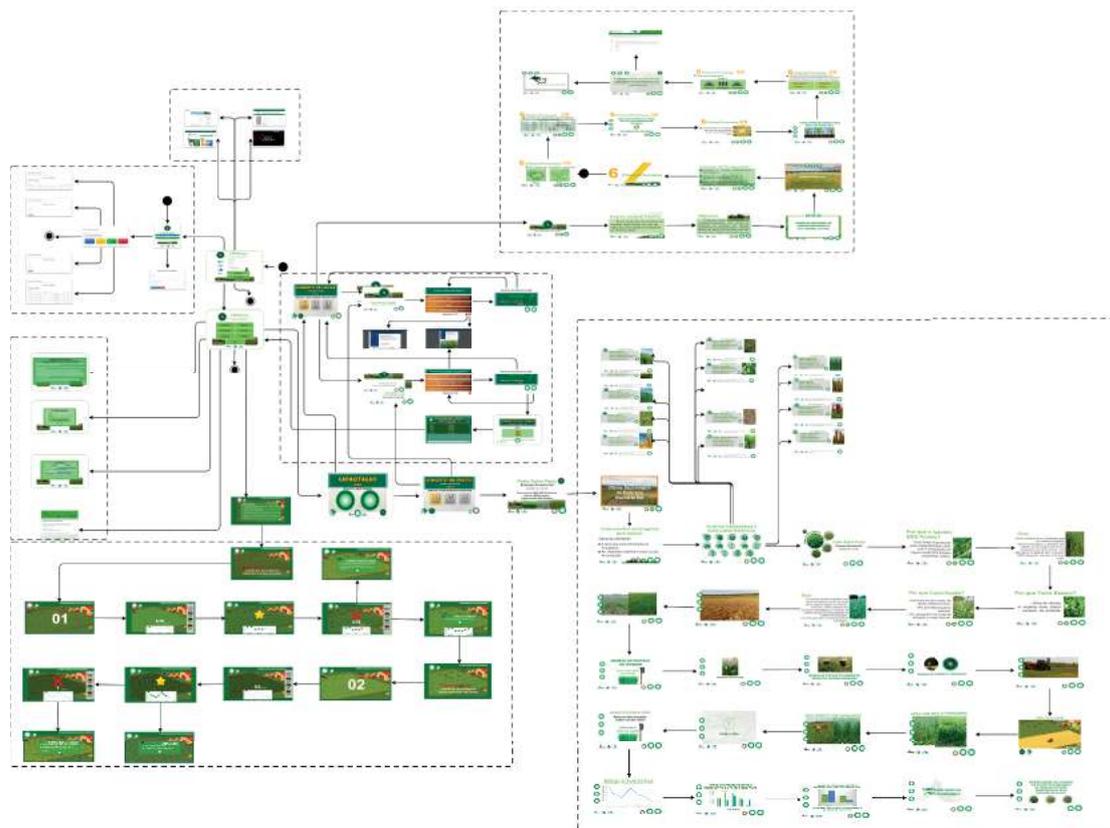
WAZLAWICK, R. **Engenharia de Software: Conceitos e Práticas**. [S.l.: s.n.], 2011. 292 p.

WILEY, D. Openness, dynamic specialization, and the disaggregated future of higher education. [s.l.], 2009. Disponível em: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/768/1414>.

6 APÊNDICE A - VISÃO GERAL DO ECOSISTEMA GAMIFICADO PSPEdUCAR

Apresenta uma visão Geral do Ecossistema Gamificado PSPEducar, com os componentes e agrupamentos que formam a sua estrutura, suas conexões e suas interrelações.

Figura 98 – Diagrama granulado do workflow do PSPEducar

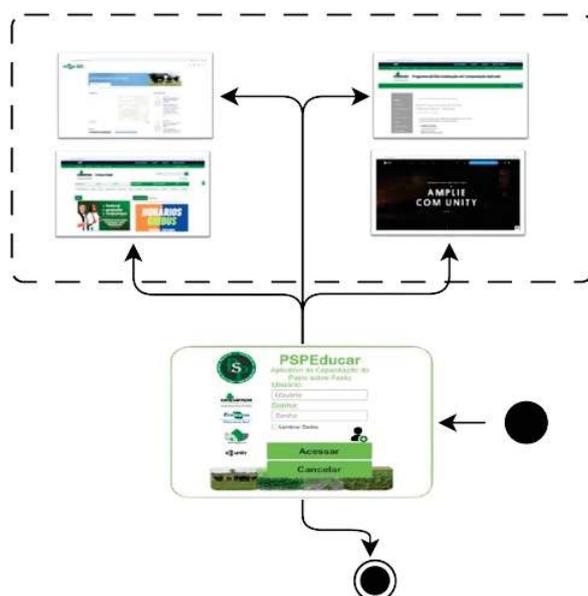


Fonte: Autor (2024).

Para melhor visualização desse diagrama foi desmembrado em outros diagramas menores. Assim, sete agrupamentos distintos foram gerados, possibilitando compreender e identificar de uma maneira mais clara os seus elementos.

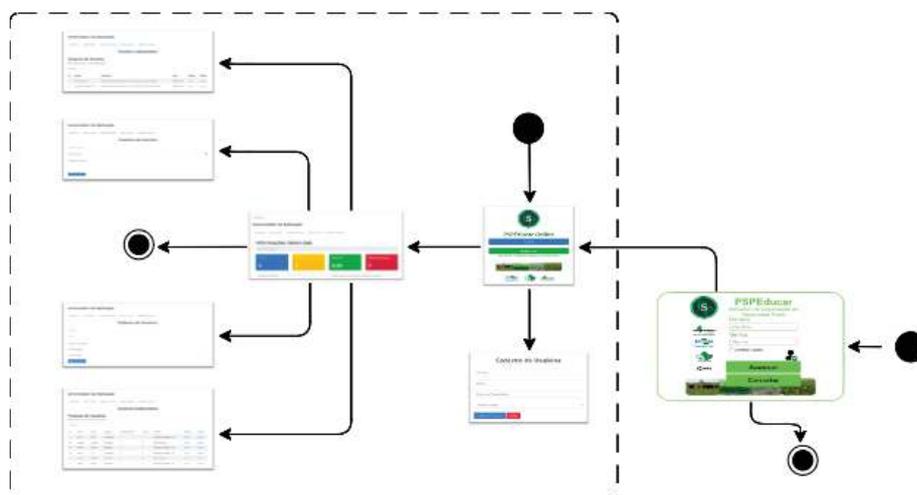
A parte 1 destaca o acesso, por meio de *links* das páginas das instituições de ensino ou pesquisa, que estão relacionadas com esse trabalho, Unipampa (Universidade Federal do Pampa), Embrapa Pecuária-Sul (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e PPGCAP (Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada), bem como a página da Unity (*Game Engine*).

Figura 99 – Parte 1 - workflow do PSPEducar



Fonte: Autor (2024).

Figura 100 – Parte 2 - workflow do PSPEducar

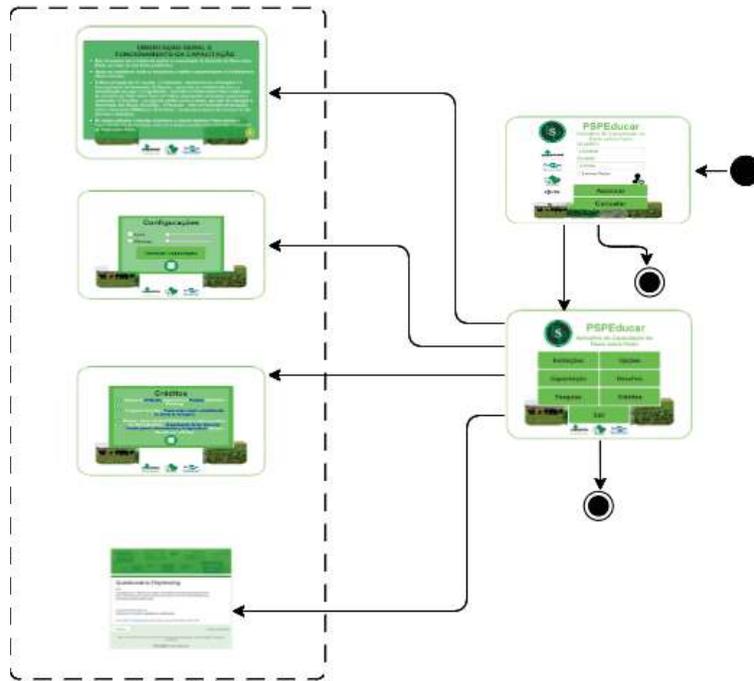


Fonte: Autor (2024).

Na parte 2 representa o cadastro de novos usuários e o Administrativo Web, responsável pela gestão de eventos e usuários cadastrados no ecossistema gamificado PSPEducar, Além disso, conta como um *dashboard* de indicadores estatísticos e gráficos, que auxiliam na análise dos dados.

Na parte 3 apresenta as opções do ecossistema gamificado, instruções da gamificação, opções de configuração de áudio (som e música), opção de créditos de

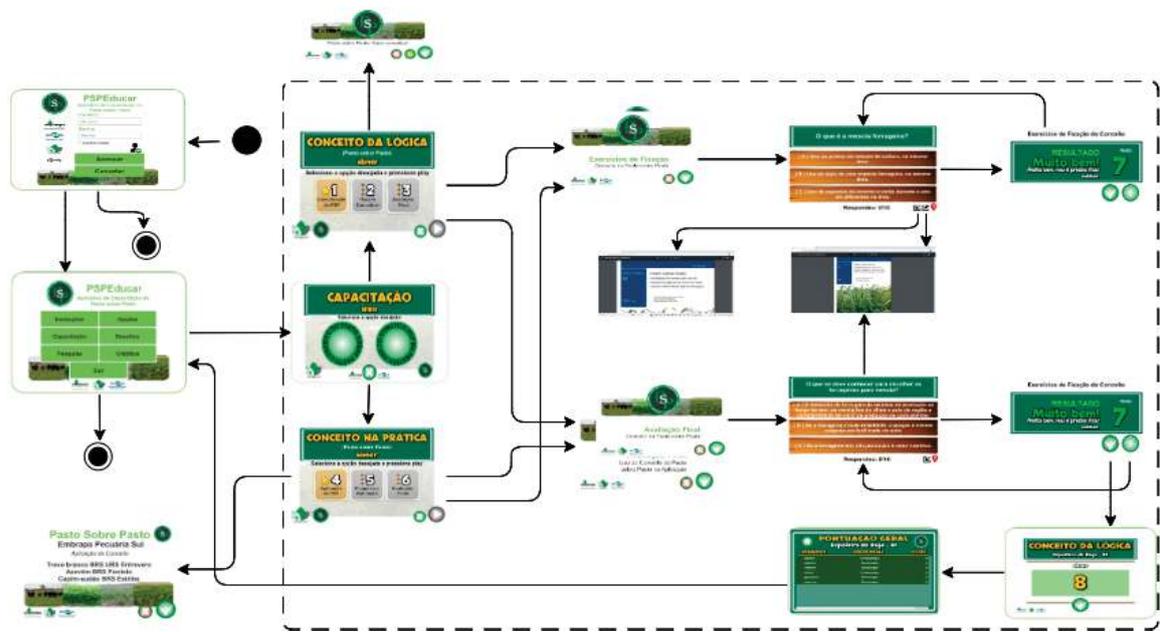
Figura 101 – Parte 3 - workflow do PSPEducar



Fonte: Autor (2024).

elementos utilizados na ferramenta e opção *playtesting*.

Figura 102 – Parte 4 - workflow do PSPEducar

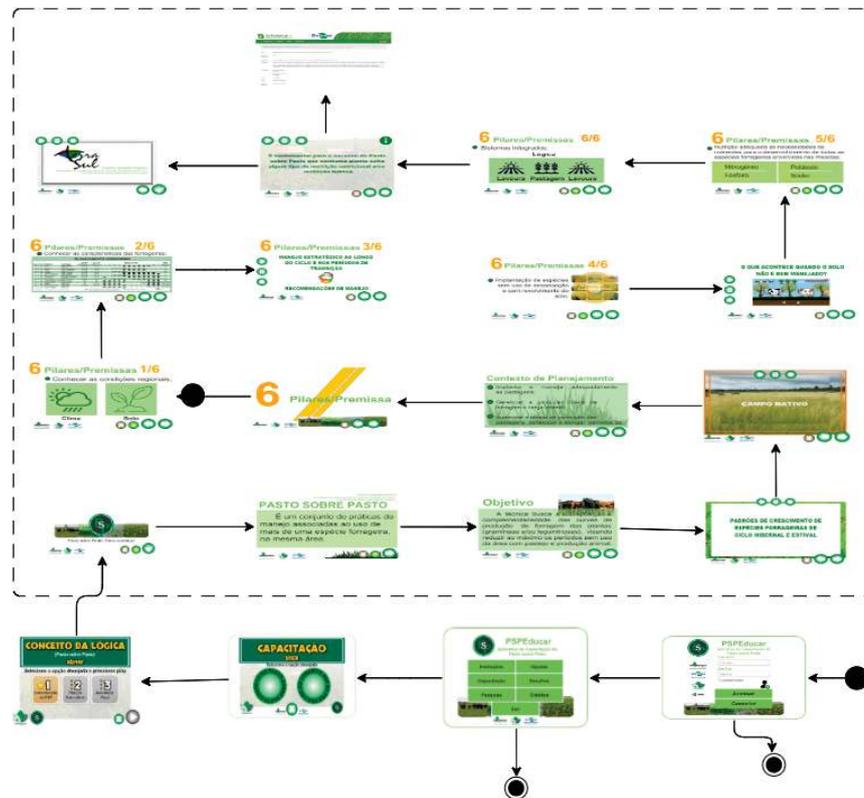


Fonte: Autor (2024).

Na parte 4 refere-se aos mecanismos de exercícios de fixação e a avaliações do

conteúdo do conceito da lógica e do uso do conceito na prática, bem como o desempenho alcançado e o *score* atingido pelo usuário.

Figura 103 – Parte 5 - workflow do PSPEducar



Fonte: Autor (2024).

A parte 5 refere-se ao módulo de capacitação do conceito da lógica do Pasto sobre Pasto, o *pipeline* das etapas do conteúdo seguido pelo usuário.

Já a parte 6 apresenta ao módulo de capacitação do conceito da lógica do Pasto sobre Pasto, o *pipeline* das etapas do conteúdo seguido pelo usuário.

Na parte 7 representa os desafios de compreender a lógica do sistema 'Pasto sobre Pasto', um conjunto de práticas de manejo. Nesse contexto, o usuário é desafiado a tomar decisões sobre qual manejo deve ser realizado, levando em consideração tanto o tempo quanto a altura da forrageira na área.

7 APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE GRUPOS

Este questionário é composto por 15 questões e tem como finalidade avaliar os conhecimentos adquiridos por meio do conteúdo fornecido relacionado ao Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto tanto através da aula expositiva e material textual quanto por meio do uso da gamificação PSPEducar.

Qual é o conceito central do Pasto sobre Pasto (PsP)?

- A remoção de todas as espécies forrageiras para implantar uma única espécie.
- O uso de uma única espécie forrageira durante o ano todo.
- A utilização de múltiplas espécies forrageiras na mesma área, com ciclos complementares de produção.
- A aplicação de práticas de manejo apenas no inverno.

De onde surgiu a inspiração para o conceito de Pasto sobre Pasto (PsP)?

- Dos sistemas campestres naturais do Sul do Brasil.
- De estudos realizados em laboratórios de pesquisa.
- Da experiência de produtores de outros países.
- Da observação de sistemas campestres no Norte do Brasil.

Qual é o objetivo da Embrapa Pecuária Sul ao adotar o conceito de PsP?

- Implantar uma única espécie forrageira durante o inverno.
- Desenvolver um modelo único para todas as regiões.
- Estabelecer uma sequência contínua de produção e qualidade de forragem.
- Remover todas as espécies forrageiras existentes.

Por que o PsP não é um modelo pronto?

- Porque não é aplicável em sistemas campestres naturais.
- Porque exige a remoção de todas as espécies forrageiras existentes.
- Porque precisa ser adaptado às especificidades de cada região, propriedade e sistema de produção.
- Porque é incompatível com as práticas de manejo tradicionais.

Qual é o principal desafio ao trabalhar com o conceito de PsP?

- Encontrar uma única espécie forrageira adequada para todas as regiões.
- Adaptar o conceito às especificidades de cada região, propriedade e sistema de produção.
- Remover todas as espécies forrageiras existentes.
- Utilizar apenas espécies forrageiras de inverno.

Qual é a base do conceito do PsP (Pasto sobre Pasto)?

- Diversificação de culturas agrícolas.
- Diversificação na criação de animais.
- Diversificação na forma de uso de forragem.
- Diversificação na gestão de recursos hídricos.

Qual é um dos pontos importantes a serem considerados ao aplicar o conceito do PsP?

- Uso de herbicidas em todos os casos.
- Rotação de lavoura de grãos a cada estação.
- Compreensão das condições de clima e solo.
- Uso exclusivo de forragens de estação quente.

O que é essencial para garantir o sucesso das mesclas forrageiras no PsP?

- Realizar dessecação pré-plantio.
- Fazer revolvimento do solo regularmente.
- Usar apenas uma única espécie de forragem.
- Ignorar as condições de clima e solo.

Qual é a finalidade da dessecação pré-plantio mencionada no texto?

- Promover o desenvolvimento de todas as espécies envolvidas nas mesclas.
- Minimizar o tempo de pastejo na área.
- Interromper os ciclos de produção de forragem.
- Reduzir a necessidade de herbicidas dessecantes.

Como os diferentes pilares interagem no conceito do PsP?

- Eles não têm relação entre si.
- Eles proporcionam um resultado mais efetivo no uso do conceito.
- Eles competem entre si por recursos.
- Eles afetam negativamente a produção de forragem.

Qual é o objetivo da tecnologia denominada "PsP mescla Pampa Úmido" mencionada no texto?

- Aumentar a produção de forragem em áreas secas.
- Reduzir os vazios forrageiros em áreas úmidas ou terras baixas.
- Melhorar a diversidade de espécies vegetais nas pastagens.
- Controlar plantas invasoras em sistemas de produção.

Quais são alguns dos benefícios indiretos associados ao uso do conceito PsP?

- Maior cobertura de neve no inverno.
- Redução da umidade do solo.
- Controle de plantas invasoras.
- Menor diversidade vegetal nas pastagens.

Qual é a composição da tecnologia PsP mescla Pampa Úmido?

- Capim-sudão.
- Azevém.
- Trevo-branco.
- Todas as opções acima.

O que o conceito do PsP oferece aos produtores em relação à produção de forragem?

- Apenas uma opção de cultivo de forrageiras nativas.
- Uma maneira única de produzir forragem em qualquer bioma.
- Maior estabilidade forrageira e sustentabilidade.
- Um método padronizado para aplicar em todos os sistemas de produção.

Como é recomendado que os produtores utilizem o conceito do PsP em seus sistemas de produção?

- Sem a necessidade de orientação técnica.
- Buscando entender os princípios e a lógica de funcionamento e ajustando a aplicação às suas realidades.
- Aplicando-o da mesma maneira em todos os sistemas.
- Utilizando apenas forrageiras perenes.

8 APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE PLAYTESTING DO GRUPO DE VALIDAÇÃO..

Este formulário composto de 63 perguntas e tem o objetivo de avaliar a experiência do jogador por meio da gamificada proporcionada pelo PSPEducar, jogo desenvolvido para auxiliar no ensino/aprendizagem do Conceito do Pasto sobre Pasto.

Qual o seu Sistema Operacional?

- Windows
- Linux
- Mac OS
- Android
- IOS

Qual a plataforma que você mais faz uso?

- Desktop
- Laptop
- Tablet
- Smartphone
- Outro

Qual o seu nível de experiência com jogos digitais?

- Sou um jogador inexperiente
- Sou um jogador básico
- Sou um jogador intermediário
- Sou um jogador avançado
- Sou um jogador experiente

Classifique a capacitação proposta pelo jogo.

- Péssima
- Ruim
- Regular

- Boa
- Ótima

O objetivo de cada nível sempre esteve claro para você?

- Nunca Esteve Claro
- Raramente Esteve Claro
- Às Vezes Esteve Claro
- Frequentemente Esteve Claro
- Sempre Esteve Claro

Esse jogo apresenta um conhecimento relevante sobre o manejo de pastagem para os seus jogadores?

- Discordo Completamente
- Discordo
- Neutro
- Concordo
- Concordo Completamente

Este jogo traz conhecimento relevante para o entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto?

- Discordo Completamente
- Discordo
- Neutro
- Concordo
- Concordo Completamente

Realize o download do jogo

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Faça a instalação do jogo

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Registre um novo usuário

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Faça a autenticação na ferramenta

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Acesse as instruções do jogo

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Avalie a qualidade das instruções fornecidas durante o jogo

- Péssima
- Ruim

- Regular
- Boa
- Ótima

O áudio funciona corretamente?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim, totalmente

Ajuste as opções de áudio

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Avalie a qualidade dos efeitos sonoros do jogo

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Inicie a capacitação do jogo

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Escolha uma das alternativas de capacitação do jogo: Conceito do Pasto sobre Pasto ou Uso do Conceito do Pasto sobre Pasto na Prática.

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Acesse o conteúdo da alternativa de capacitação selecionada

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Efetue os exercícios de fixação

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Ative a ajuda interna

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Ative a ajuda externa

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa

- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Execute a avaliação do conteúdo.

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Visualize a pontuação obtida

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Identifique a sua posição no ranking.

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Acesse os Desafios

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Leia as regras do jogo

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Inicie o desafio

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

O painel de manejo, o gráfico de crescimento de alturas, contagem regressiva e descrição da forrageira aparecem de maneira correta

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Introduza a carga animal

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Acompanha a evolução de crescimento do gráfico.

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa

- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Identifique se o manejo realizado foi um acerto ou erro

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Conclua o primeiro nível dos Desafios

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Vença os Desafios

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

De uma forma geral, quão intuitivo o jogo lhe parece (fácil de entender)?

- Nada Intuitivo
- Pouco Intuitivo
- Neutro
- Intuitivo
- Muito Intuitivo

Houve algum erro durante a execução do jogo?

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Volte ao menu inicial.

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Preencha a pesquisa

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Abra o créditos do jogo

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa
- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Saia da gamificação

- Não consegui concluir esta tarefa
- Encontrei muitas dificuldades para concluir esta tarefa
- Encontrei dificuldades para concluir esta tarefa

- Concluí esta tarefa com alguma facilidade
- Concluí esta tarefa com facilidade

Classifique essa gamificação de acordo com a sua jogabilidade

- Péssima
- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

Os marcadores de acerto ou erro foram úteis?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim, totalmente

O painel de manejo permitem uma tomada de decisão eficiente?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim, totalmente

A observação do gráfico linear de crescimento de forrageiras dá condições precisas para o seu manejo correto?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim, totalmente

Os controles dos vídeos funcionaram adequadamente?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim totalmente

A transição entre os conteúdos por meio dos botões próximo, anterior e voltar funcionam bem?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim, totalmente

As animações executam normalmente?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim, totalmente

Indique o quanto você gostou da ideia de dividir a capacitação do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto da Aplicação do Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto

- Péssima
- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

Em se tratando dos desafios, como foi a sua experiência de jogo?

- Muito Entediante

- Entediante
- Moderadamente Desafiador
- Desafiador
- Muito Desafiador

Os desafios propostos ajudam no entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto?

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Outras mecânicas de desafios seriam úteis para o melhor entendimento da Lógica do Pasto sobre Pasto?

- Não de jeito nenhum
- Não
- Neutro
- Sim
- Sim totalmente

Avalie a qualidade dos níveis (fases) do jogo

- Péssima
- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

Avalie o posicionamento dos menus, indicadores de status e instruções

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom

Ótimo

O sistema de menus utilizado no jogo deixa a experiência de jogo fluída

Não, mesmo após o entendimento de como funciona

Após o entendimento de como funciona, sim

Não

Sim

Sim, plenamente

Avalie os ícones de cada botão, esquema de cores e o posicionamento dos componentes (matriz de desenho, histórico e comandos) na interface gráfica dos enigmas do jogo

Péssimo

Ruim

Regular

Bom

Ótimo

O quanto você gostou da qualidade dos gráficos do jogo?

Péssima

Ruim

Regular

Boa

Ótima

Classifique os elementos de interface (HUD) do jogo (Indicações de ações a serem realizadas)

Péssima

Ruim

Regular

Boa

Ótima

Indique o quão diverso e complexo o jogo lhe pareceu?

- Muito Simples
- Simples
- Moderado
- Complexo
- Muito Complexo

Considerando o mecanismo empregado no jogo, indique a sua dificuldade percebida

- Muito Pouco
- Pouco
- Moderado
- Grande
- Muito Grande

O jogo proporciona uma sensação de recompensa na medida em que as capacitações são concluídas?

- Não me sinto recompensado
- Sinto-me pouco recompensado
- Sinto-me moderadamente recompensado
- Sinto-me bem recompensado
- Sinto-me muito recompensado

A aplicação de jogos para ensino-aprendizagem de conceitos, metodologias, técnicas ou procedimentos é válido?

- Discordo Completamente
- Discordo
- Neutro
- Concordo
- Concordo Completamente

Você faria uso desse jogo para difusão (divulgação) da Lógica do Pasto sobre Pasto?

- Discordo Completamente

-) Discordo
-) Neutro
-) Concordo
-) Concordo Completamente

Classifique o tempo gasto para realizar as capacitações e desafios

-) Pouco Adequado
-) Menos Adequado
-) Moderadamente Adequado
-) Mais Adequado
-) Plenamente Adequado

9 APÊNDICE D - DOCUMENTO DE REQUISITOS



PSPEducar

Documento de Requisitos

Escrito por: Abner Gilead Araujo Guedes

Revisado por: Érico Marcelo Hoff do Amaral

Data: 01/10/2023

Versão: 1.0

9.1 Introdução

Este documento visa especificar os requisitos funcionais e não funcionais para a ferramenta gamificada PSPEducar, cujo objetivo é capacitar o jogador sobre o conceito e a aplicação da Lógica do Pasto sobre Pasto, através do uso de três teorias de aprendizagem integradas com TICS. Nesse documento serão empregados as seguintes abreviações:

- RF: requisito funcional;
- RNF: requisito não funcional.

9.2 Requisitos funcionais

- RF - 01 Criar uma conta de usuário: O jogador deve criar uma conta para poder acessar a ferramenta gamificada, informando um nome de usuário, uma senha e o evento, no qual deseja fazer parte;
- RF - 02 Acessar os *sites* das instituições relacionadas com o trabalho: O usuário pode acessar as páginas *web* da Unipampa, da Embrapa, do PPGCAP (Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada) e da documentação da Unity;
- RF - 03 Autenticar usuário: Para acessar a ferramenta de capacitação, o usuário deve realizar a sua autenticação, informando o seu usuário e senha;
- RF - 04 Visualizar instruções: O usuário pode visualizar as instruções da gamificação;
- RF - 05 Ajustar Opções: O jogador pode aumentar e diminuir o volume do áudio do jogo ou habilitar ou desabilitar o som dos efeitos ou música do jogo, bem como reiniciar a pontuação e o progresso do jogador;
- RF - 06 Iniciar a capacitação: O usuário pode escolher entre os módulos de capacitação tanto para o Conceito da Lógica do Pasto sobre Pasto quanto para o Uso da Lógica do Pasto sobre Pasto na Prática;
- RF - 07 Realizar exercícios de fixação: Executar a realização dos exercícios de fixação do conteúdo, correspondente ao módulo anteriormente selecionado;
- RF - 08 Executar a avaliação do módulo: Realizar a avaliação relativa ao conteúdo do módulo anteriormente selecionado, visando finalizar o módulo em destaque;
- RF - 09 Verificar desempenho: O jogador visualiza o desempenho alcançado tanto para os exercícios quanto para a avaliação;
- RF – 10 Realizar desafios: O jogador é desafiado a realizar a tomada de decisão do manejo adequado do gado na área sob um mecanismo de *Time Attack*, através da observação do crescimento das alturas da forragens, em um ambiente virtual, que simula uma propriedade;

- RF – 11 Acessar o formulário de pesquisa: O usuário pode acessar o formulário *online* para preenchimento da pesquisa sobre a ferramenta;
- RF – 12 Visualizar créditos: O jogador pode visualizar alguns créditos de alguns elementos inseridos na gamificação, com os seus autores e urls;
- RF – 13 Sair da aplicação: O usuário encerra a gamificação.

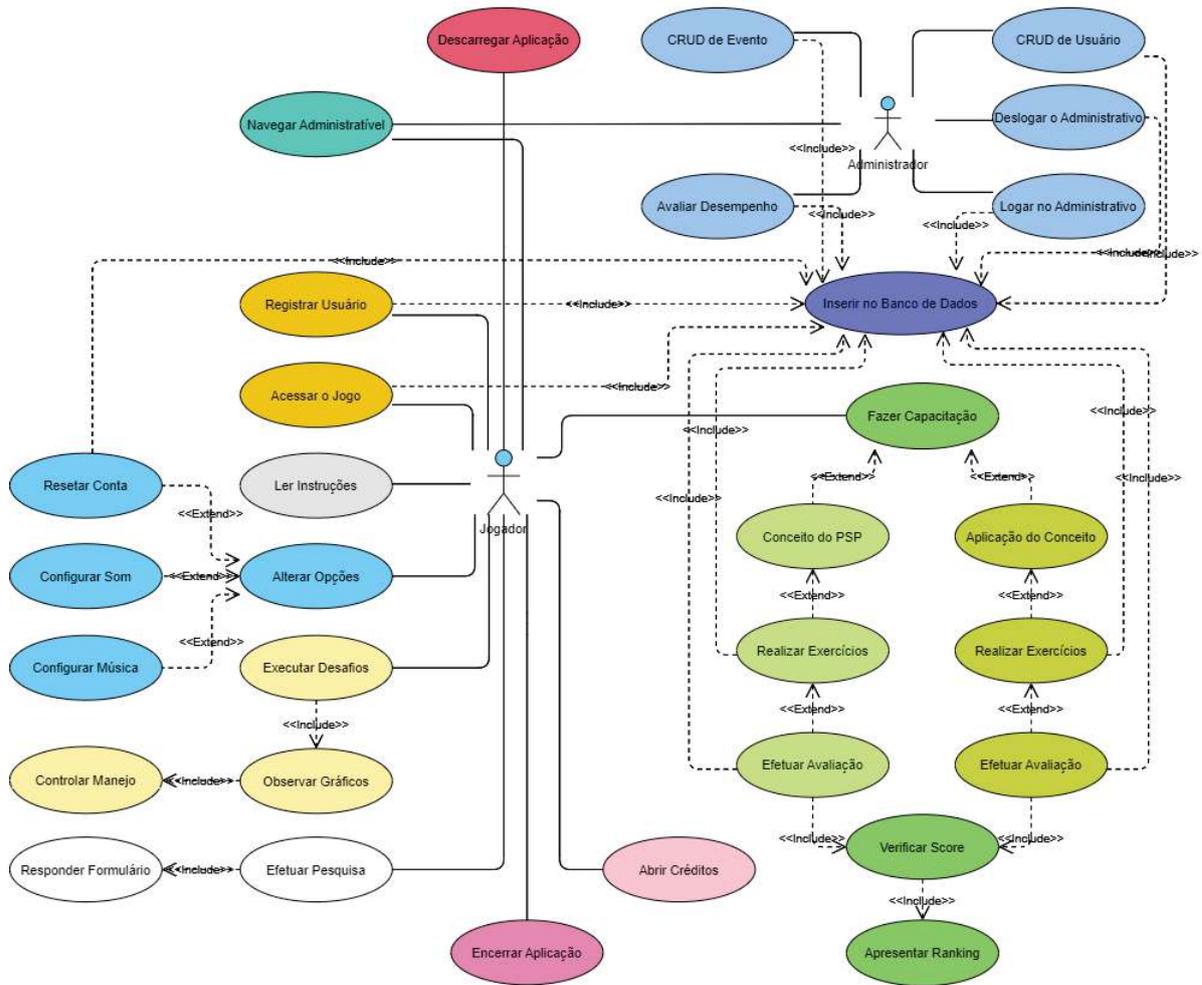
9.3 Requisitos não funcionais

- RNF - 01 Jogabilidade: O jogador interage com a gamificação de várias maneiras: 1) uma navegação entre um controle de botões de navegação; 2) seleção da opções correta em um *quiz*; 3) uso e visualização de uma ambiente virtual de uma propriedade rural por meio de uma visão isométrica. As ações são realizadas através da utilização de painéis e botões dispostos no cenário;
- RNF - 02 Arquitetura Modular: Adotar uma modularização arquitetural como baixo grau de acoplamento e coesão dos cenários;
- RNF - 03 *Game engine*: A gamificação deve ser implementada utilizando a plataforma Unity versão 2019 ou superior;
- RNF - 04 Desenvolvimento da aplicação: A codificação da gamificação deve ser desenvolvidos na linguagem de programação C# orientada a objetos integrada parcialmente, com a linguagem PHP para leitura e gravação de registros de desempenho em uma base de dados MySQL;
- RNF - 05 Documentação da aplicação: Através do uso dos diagramas UML;
- RNF - 06 Plataformas suportadas: As versões suportadas foram desenvolvidas para os sistemas operacionais Android e Windows;
- RNF - 07 A interface com o usuário: Deve ser intuitiva e visualmente agradável para o jogador.

9.4 Caso de Uso

Apresenta a descrição gráfica das ações que cada ator pode executar dentro dessa solução gamificada.

Figura 106 – Diagrama de Caso de Uso da Gamificação



Fonte: Autor, 2022.

10 APÊNDICE E - AVALIAÇÕES DAS FUNCIONALIDADES DO PSPEducAR

Figura 107 – Avaliações das funcionalidades da PSPEducAR (1 - 10)

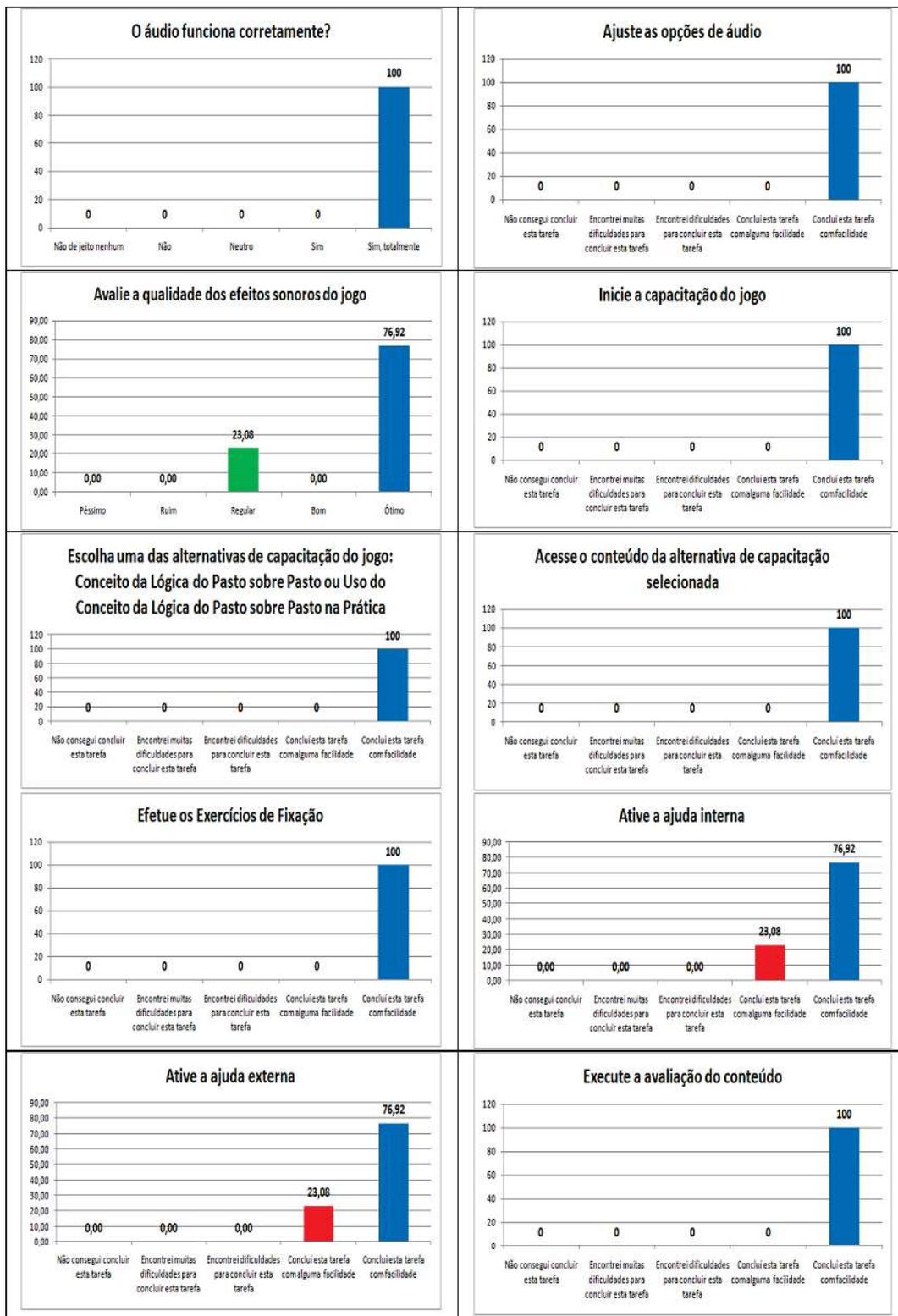
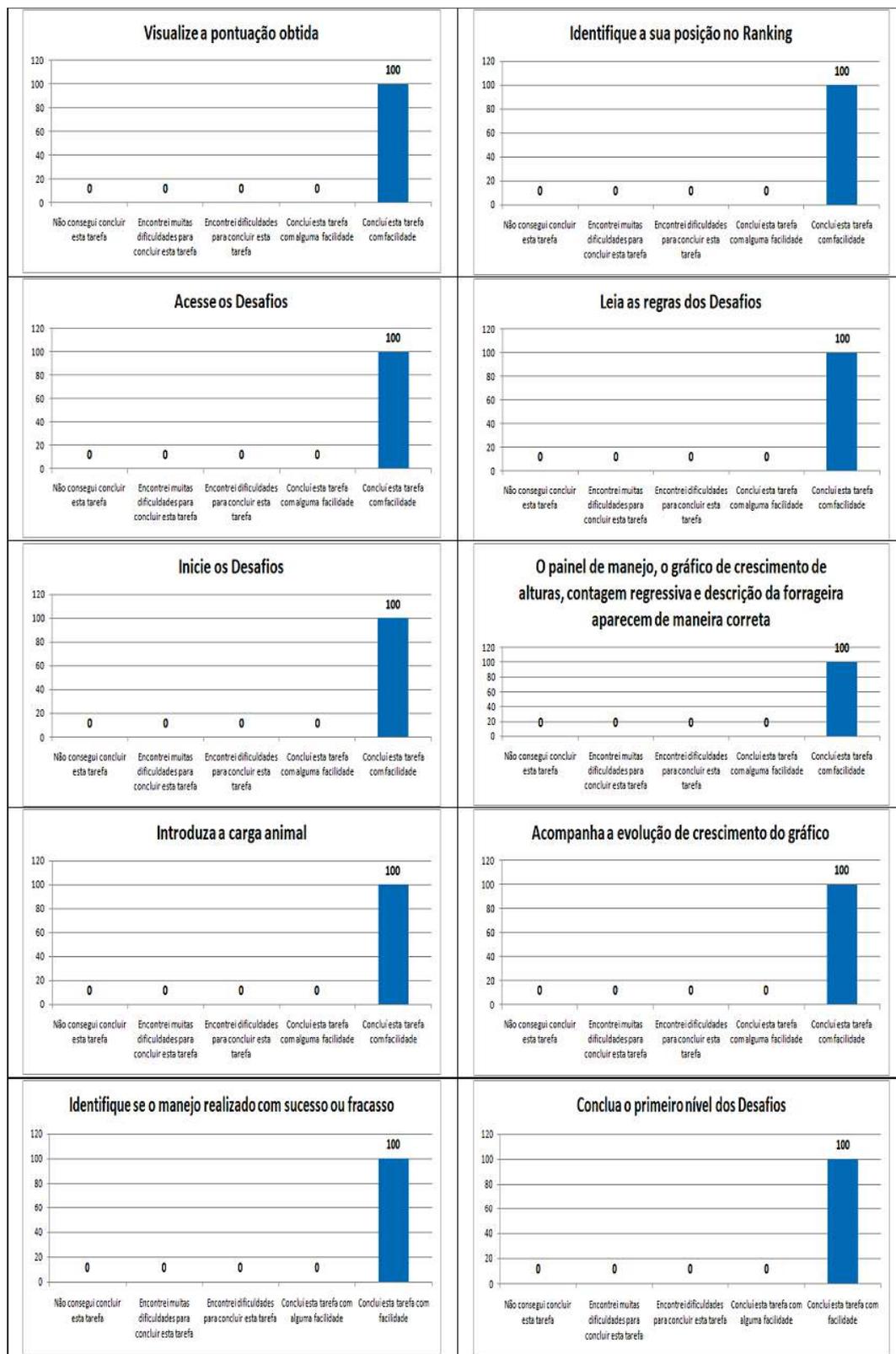
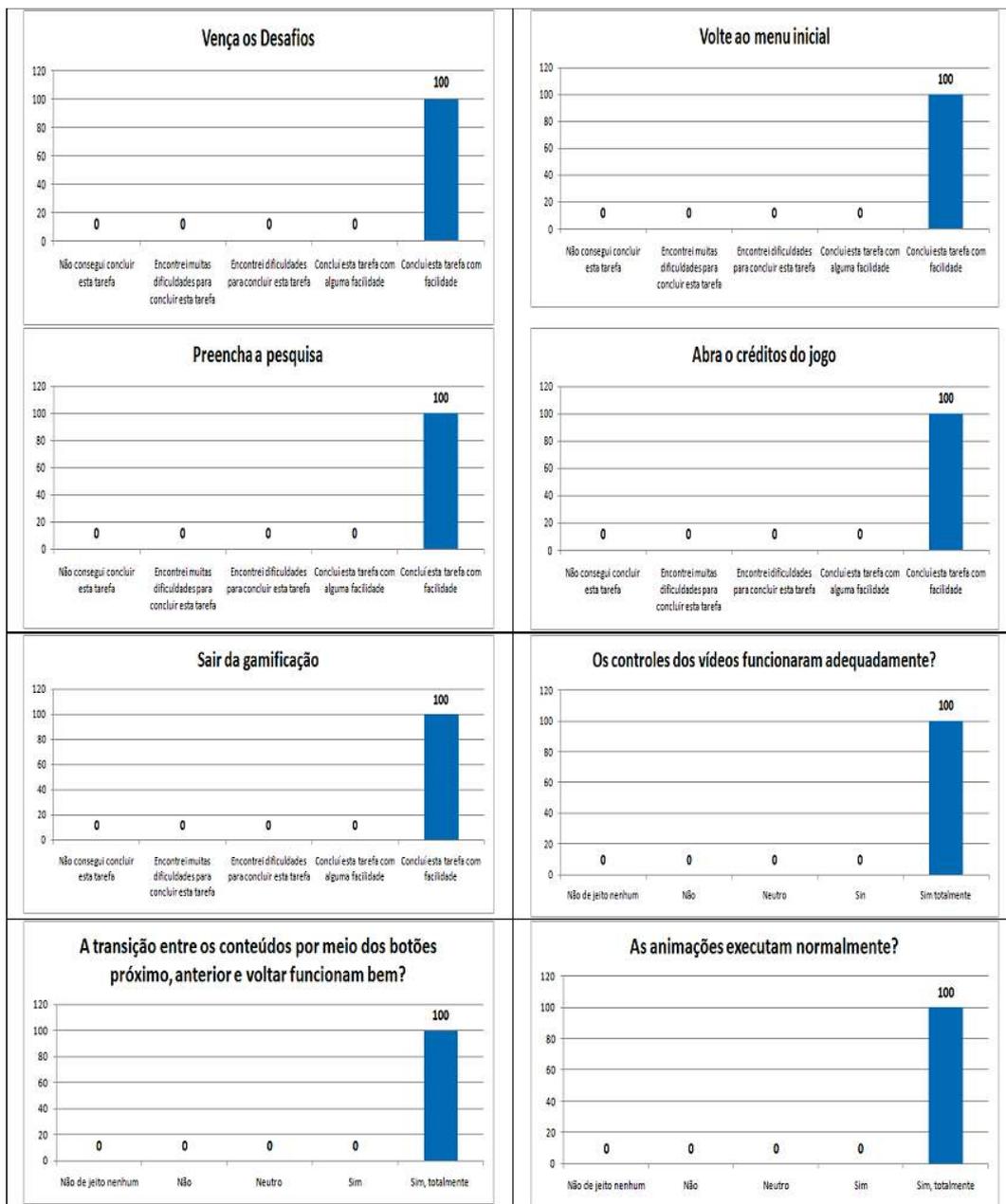


Figura 108 – Avaliações das funcionalidades da PSPEducar (11 - 20)



Fonte: Autor (2023)

Figura 109 – Avaliações das funcionalidades da PSPEducar (21 - 28)



Fonte: Autor (2023)

11 APÊNDICE F - SUBGRUPOS 2.6 E 2.7

Figura 110 – Resultados do Subgrupo 2.6

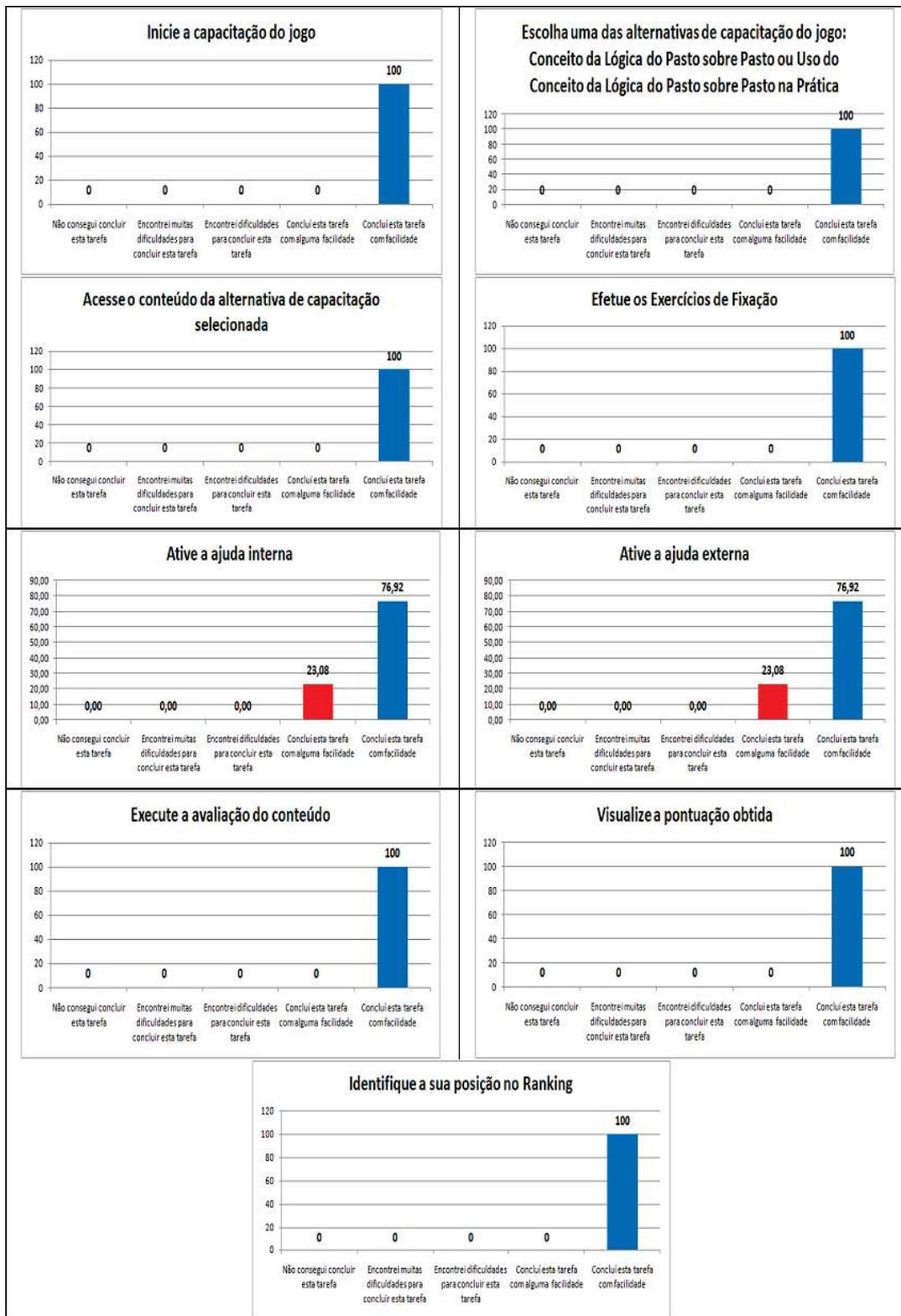
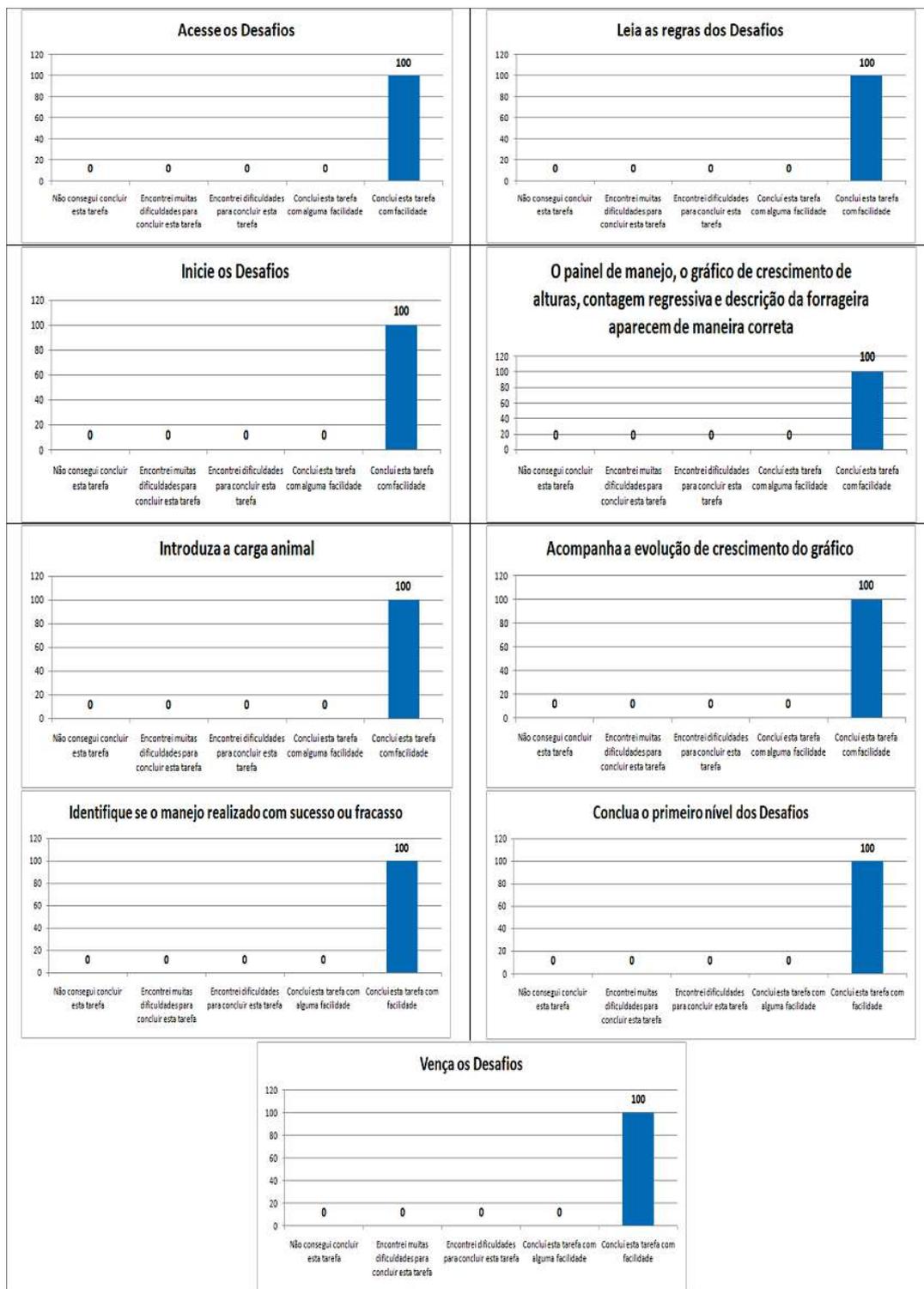


Figura 111 – Resultados do Subgrupo 2.7



Fonte: Autor (2023)