

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

Ana Catarina Ferreira Bernardo

Disserta33o para obten33o do Grau de Mestre em
Engenharia Inform3tica
(2^o ciclo de estudos)

Orientador: Prof^a. Doutora Alexandra Sofia Ferreira Mendes
Co-orientador: Prof. Doutor Jo3o F. Ferreira

Covilh3, julho de 2021

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

Agradecimentos

A conclus3o desta etapa, que representa a minha dedica3o, esfor3o, trabalho e, sobretudo ganho de conhecimento deve-se a todas as pessoas que ao longo deste percurso me deram apoio para atingir este objetivo final.

Agrade3o em especial aos meus pais e 3a minha irm3a por toda a motiva3o, apoio e compreens3o ao longo deste percurso, ajudando-me a sempre ultrapassar todos os obst3culos com que me deparei ao longo desta jornada.

Quero agradecer aos meus orientadores, 3a Professora Alexandra Mendes e ao Professor Jo3o Ferreira, por todo apoio, incentivo, simpatia e disponibilidade, pois sem eles n3o conseguiria ultrapassar alguns destes obst3culos na realiza3o deste trabalho.

Agrade3o a todos os meus amigos ubianos pela motiva3o, apoio, incentivo e ajuda que me deram durante esta caminhada e, que ao longo destes anos sempre me apoiaram e acreditaram nas minhas capacidades.

Gostaria ainda de agradecer a amizade dos Professores e colegas presentes no laborat3rio *Assisted Living Computing and Telecommunications Laboratory* (ALLAB) e ainda agradecer a colabora3o da Associa3o Humanit3ria dos Bombeiros Volunt3rios Pinhelenses por me terem facultado informa3oes relevantes para elaborar o projeto.

Finalizando, n3o menos importante, ao meu namorado, por todo apoio e compreens3o e paci3ncia que foram essenciais para a conclus3o desta etapa.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Resumo

A prevenção de incêndios é um tema relevante devido ao aumento das tragédias ocorridas, ao nível global, ao longo dos últimos anos. Estas tragédias tendem cada vez mais a aumentar, originando vários prejuízos, a nível da economia (diversos gastos em meios de apoio ao combate e gestão de incêndios), nos ecossistemas (destruição de terrenos agrícolas, habitats e aumento das emissões poluentes), na sociedade (perdas humanas, perdas de emprego e destruição de casas) e na saúde (problemas a nível pulmonar e danos psicológicos). Os acontecimentos ocorridos ao longo destes anos, motivam a que se faça algo diferente que aumente a consciencialização da população quanto à prevenção de incêndios.

Para colmatar esta situação, surgiu a ideia da elaboração de um “jogo sérió” em 3 (*Três*) *Dimensões* (3D) implementado como uma aplicação móvel, cujo principal objetivo é atrair a atenção do jogador e ajudar na adoção de atitudes e comportamentos que possam prevenir incêndios florestais e salvar vidas. Pretende-se desenvolver um cenário educacional e interativo, nomeadamente um parque de campismo, onde o jogador deve explorar o meio ambiente e identificar situações de perigo que deve ou não eliminar através de ações que permitam prevenir o incêndio. Através da técnica de *Inteligência Artificial* (IA) de Planeamento Automático é possível definir várias narrativas, criando variabilidade no jogo, de acordo com escolhas seleccionadas pelo jogador, afetando o desenrolar do jogo.

O motivo da elaboração de um jogo deve-se ao facto de atualmente os jogos virtuais serem uma boa estratégia de aprendizagem, atraindo mais a atenção do jogador devido à interatividade que o jogo fornece e por ser lúdico, permitindo que o jogador se sinta imerso e motivado na sua experiência. Através dos jogos sérios, os jogadores adquirem conhecimentos que de outra forma não era possível e por isso em situações da vida real tendem a realizar menos erros que outros indivíduos. Por isso, realizar um jogo sérió é muito importante para a população adquirir conhecimentos acerca da prevenção de incêndios.

Palavras-chave

Aplicação Móvel, Educativo, Fogos Florestais, Imersão, Jogo Sérió, Parque de Campismo, Planeamento Automático, Prevenção de Incêndios, Unity

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

Abstract

Fire prevention is a relevant topic due to the increase of tragedies that occurred globally over the last years. These tragedies tend to increase more and more, causing several damages in the economy (expenses on means of support for fire fighting and management), in ecosystems (destruction of agricultural lands, habitats and increase in pollution emissions), in society (human losses, job losses and destruction of houses), and in public health (lung problems and psychological damage). The occurrences of the last few years have motivated us to do something different to motivate and raise awareness among the population about fire prevention.

To solve this situation, we propose a new serious 3D game implemented as a mobile application, whose main objective is to attract the attention of players and help adopting attitudes and behavior that can prevent fires and save lives. The aim is to develop an educational and interactive scenario, namely a camping park, where players can explore the environment and identify dangerous situations that they should or should not eliminate through fire prevention attitudes. We use AI Planning to enable the definition of different narratives and variability in the game, according to choices selected by the player, which affect the game's progression.

The reason for building a serious game is because virtual games are good for learning, they attract the players' attention due to the interactivity they have, and because players feel more immersed and motivated throughout the game experience. Through serious games, the players acquire knowledge that is not otherwise possible, and therefore in real-life situations, they tend to make fewer mistakes than other people. Therefore, making a serious game is very important for people to gain knowledge about fire prevention.

Keywords

Automatic Planning, Campsite, Educative, Fire Prevention, Forest Fires, Immersion, Mobile Application, Serious Game, Unity

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Motivação	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Organização do Documento	4
2	Estado da Arte	7
2.1	Definição de Jogo Sérió	7
2.2	Planeamento	8
2.3	Trabalhos Relacionados	8
2.3.1	Perguntas de Investigação	8
2.3.2	Estratégia de Pesquisa	9
2.3.3	Jogos Sérios e Imersivos	10
2.3.4	Aplicações no Apoio a Incêndios	13
2.4	Conclusões	15
3	Metodologias a Utilizar	19
3.1	Introdução	19
3.2	Ferramentas para desenvolvimento de Jogos	19
3.2.1	Unreal Engine	19
3.2.2	Corona SDK	20
3.2.3	BuildBox	20

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

3.2.4	GDevelop	20
3.2.5	CryEngine	21
3.2.6	Phaser	21
3.2.7	Unity	22
3.2.8	Seleção da Ferramenta de Desenvolvimento	22
3.3	Planeamento Automático	23
3.3.1	Cenário Exemplo	25
4	Método Proposto	29
4.1	Abordagem Proposta	29
4.1.1	Fase 1: <i>Design</i> do Jogo	29
4.1.2	Fase 2: Desenvolvimento do Jogo e Planeamento Automático	30
4.1.3	Fase 3: Testes de Validação e Aprimoramentos	30
4.1.4	Fase 4: Avaliação Final do Jogo	30
5	Design do Jogo	33
5.1	Introdução	33
5.2	Elaboração do Cenário	33
5.3	Personagens do Jogo	39
5.3.1	Personagem Principal	39
5.3.2	Personagens secundárias	40
5.4	Interface do Utilizador	41
5.4.1	Interface Inicial	42
5.4.2	Ecrã Principal	43
5.4.3	Interfaces Secundárias	48

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

5.4.4	Interfaces Finais	49
5.4.5	Câmara do Jogo	50
6	Desenvolvimento do Jogo e Planeamento Automático	53
6.1	Narrativa do Jogo	53
6.1.1	Desafio 1	54
6.1.2	Desafio 2	55
6.2	Arquitetura do Sistema	56
6.3	Implementação	57
6.3.1	Elaboração do <i>Minimap</i>	57
6.3.2	Animação do Jogador	58
6.3.3	Desenvolvimento do Movimento da Câmara	60
6.3.4	Instalação de Tendas	61
6.3.5	Apanhar Objetos e Depositar no Lixo	61
6.3.6	Eliminação da Vegetação Combustível	63
6.3.7	Realização de Grelhados	64
6.3.8	Confeccionar Pratos de Acompanhamento	66
6.3.9	Lavagem de Pratos	68
6.4	Planeamento Automático	69
6.4.1	Estrutura de um Plano em PDDL	69
6.4.2	Domínios e Problemas no Desafio 1	70
6.4.3	Domínios e Problemas no Desafio 2	75
6.4.4	Implementação do Planeamento no Jogo	81
6.4.5	Validação dos Planos Implementados no Jogo	81

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

6.4.6	Chamada do Planeador no Desafio 1	82
6.4.7	Chamada do Planeador no Desafio 2	83
7	Testes de Validação e Aprimoramentos	87
7.1	Testes de Compatibilidade	87
7.2	Testes ao Nível das Interfaces Gráficas	88
7.3	Conclusão	95
8	Avaliação Final do Jogo	97
8.1	Resultados Demográficos	97
8.2	Conhecimentos Adquiridos	99
8.3	Opinião dos Utilizadores	102
8.4	Conclusões	105
9	Conclusão e Trabalho Futuro	107
9.1	Trabalho Futuro	108
A	Trechos de Código no âmbito do projeto	109
B	Testes com Utilizadores	127
B.1	Guião de Utilizadores	127
	Bibliografia	131

Lista de Figuras

2.1	Flow Diagram que mapeia o número de artigos identificados.	10
5.1	Representa o área de campismo onde o jogador pode instalar a tenda. . . .	37
5.2	Representação gráfica da visão aérea que ilustra a área de confeção de alimentos.	38
5.3	Exemplifica a área de lazer presente no parque de campismo.	38
5.4	Personagem principal do jogo.	40
5.5	Representa as personagens secundárias do jogo.	41
5.6	Representa a interface inicial aquando abertura do jogo.	42
5.7	Representa a interface que permite explicar ao jogador como é que se joga o jogo, através de uma página de instruções.	42
5.8	Representa o Dropdown para a seleção do idioma do jogo.	43
5.9	Apresenta o ecrã principal do jogo.	43
5.10	Joysticks destinados para andar com a personagem e rodar a câmara do jogo.	44
5.11	Representa os diferentes botões disponíveis para a execução de tarefas.	45
5.12	Ilustra o botão e interfaces associadas à pausa do jogo.	46
5.13	Interface que comunica a pontuação do jogo, o tempo associado ao desafio e qual o desafio que está a realizar.	46
5.14	Ilustra o botão e a interface correspondente ao desafio.	47
5.15	Representa o botão e a interface correspondente à ideia de que o desafio se encontra completo.	47
5.16	Interfaces associadas ao risco de incêndio.	48
5.17	Interfaces relativas à impossibilidade de risco de incêndio.	48
5.18	Exemplo de um local com a luz azul a indicar uma tarefa por concluir. . . .	48

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

5.19	Interface secundária que permite realizar uma tarefa do desafio.	49
5.20	Interface que indica ao jogador que perdeu o jogo.	50
5.21	Interface que indica ao jogador que perdeu o jogo devido ao tempo ter terminado.	50
5.22	Interface que indica ao jogador que ganhou o jogo.	51
5.23	As diferentes perspectivas que a câmara do jogo pode ter.	51
6.1	Arquitetura do sistema.	57
6.2	<i>Minimap</i> que ilustra o jogo em 2 (<i>Duas</i>) <i>Dimensões</i> (2D) com as repetivas missões em azul.	58
6.3	<i>Animator Controller</i> associado ao movimento do jogador.	59
6.4	Ilustra as transações da animação comer.	60
6.5	Interface gráfica exibida quando o jogador interseta as luzes azuis referentes à instalação de tendas.	61
6.6	Informação desencadeada para se apanhar objetos.	62
6.7	Momento em que o jogador fica com o objeto na sua mão.	62
6.8	Informação despoletada para inserir objetos no lixo.	62
6.9	A informação que aparece quando o jogador prime o botão de depositar objetos sem ter objetos na sua pose.	63
6.10	Informação relativa à remoção de materiais combustíveis.	63
6.11	Informação desencadeada após a remoção de materiais combustíveis. . . .	64
6.12	Informação apresentada ao jogador quando não se encontra num local adequado para a remoção de materiais combustíveis.	64
6.13	Demonstra os locais possíveis onde se pode realizar um grelhado.	64
6.14	Processo realizado para grelhar um produto.	65
6.15	Tarefa de extensão das brasas acesas.	66

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

6.16	Locais possíveis para a confeção de pratos de acompanhamento.	66
6.17	Interfaces que permitem a realização da tarefa cozinhar.	67
6.18	Processo de cozinhar após a seleção da botija de gás.	67
6.19	Prato confeccionado pelo jogador e este a alimentar-se.	68
6.20	Interfaces que levam à limpeza dos pratos.	68
6.21	As imagens ilustram o progresso da lavagem dos pratos.	69
6.22	Ilustra um plano encontrado para o domínio campismo e problema campismo1.	72
6.23	Validação de um plano encontrado para o domínio campismo e problema campismo2.	73
6.24	Validação do plano associado ao domínio camping e problema camping1.	74
6.25	Falha ao encontrar um plano de risco de incêndio associado ao domínio camping e problema camping2.	75
6.26	Resultado obtido pelo plano correspondente ao domínio cozinhacook e problema cookchao.	76
6.27	Resultado obtido pelo plano correspondente ao domínio cozinhacook e problema grillChao.	77
6.28	Falha ao encontrar um plano de risco de incêndio para o domínio cozinha-cook e problema grill.	78
6.29	Plano encontrado segundo os ficheiros de domínio cozinhacook e problema brasasgrill.	78
6.30	Plano encontrado após validação do domínio gascook e o problema gas2.	80
6.31	Ilustra o output do plano obtido através do domínio kitchenlouca e do problema pratos.	81
6.32	Local da instalação da tenda com resíduos e o respetivo alerta fornecido.	83
6.33	Local da instalação da tenda após a limpeza do espaço e a informação acerca da impossibilidade de incêndio.	83

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

6.34	Interface gráfica de perda de jogo quando o jogador realiza fogueiras em sítios indevidos.	84
6.35	Informação relativa à realização de uma fogueira num local seguro.	84
6.36	As brasas ao serem inseridas no cenário, causam risco de incêndio para o meio ambiente.	85
6.37	As brasas ao serem inseridas no cenário, causam risco de incêndio para o meio ambiente.	85
6.38	As figuras ilustram que existe risco de incêndio devido à existência de louça suja e resíduos.	86
8.1	Gráfico explicativo do género.	98
8.2	Gráfico explicativo da faixa etária.	98
8.3	Escolaridade dos inquiridos.	98
8.4	Frequência com que os inquiridos jogam jogos digitais.	98
8.5	Frequência com que os inquiridos usam parques de campismo.	99
8.6	Imagem que suporta a questão 1 [Boo21].	99
8.7	Churrasqueira exibida na questão 2 [Mer21].	100
8.8	Objetos a que se refere a questão 3 [Bae20].	101
8.9	Cenário correspondente à questão 4 [Chu21].	101
8.10	Resultados obtidos acerca da aquisição de boas práticas sobre prevenção de incêndios.	102
8.11	Resultados obtidos acerca da preocupação que os utilizadores ter da próxima vez ao realizar atividades que causem incêndios.	103
8.12	Resultados obtidos acerca da capacidade de resolver problemas que causem risco de incêndio.	103
8.13	Resultados obtidos acerca da imersão do jogo.	104
8.14	Resultados obtidos acerca do desempenho do jogo.	104

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

8.15 Resultados obtidos acerca da usabilidade do jogo.	104
8.16 Resultados obtidos acerca do design do jogo.	105

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

Lista de Tabelas

2.1	Resumo das solu33es existentes ao n3vel de jogos preventivos a inc3ndios florestais.	17
2.2	Ssolu33es existentes ao n3vel das aplica33es que apoiam a popula33o e os especialistas na tomada de decis3es em rela33o aos inc3ndios.	18
3.1	Compara33o das diferentes ferramentas de desenvolvimento de jogos.	23
5.1	Carater3sticas de cada <i>asset</i> utilizado bem como o motivo de escolha para o meio ambiente desenvolvido.	35
5.2	Continua33o da tabela 5.1 referindo as carater3sticas de cada <i>asset</i> utilizado bem como o motivo de escolha para o meio ambiente desenvolvido.	36
7.1	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica inicial do jogo.	88
7.2	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica principal do jogo.	89
7.3	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de pausa do jogo.	90
7.4	Testes manuais realizados 3 interfaces gr3ficas dos desafios.	90
7.5	Testes manuais realizados 3 interfaces gr3ficas de completar desafios.	91
7.6	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de visualizar as regras do jogo.	91
7.7	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de colocar uma tenda no cen3rio.	92
7.8	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de realizar grelhados.	92
7.9	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de realizar pratos de acompanhamento.	93
7.10	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de sele33o da botija de g3s.	93
7.11	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de desligar a botija de g3s.	94
7.12	Testes manuais realizados 3 interface gr3fica de pegar no balde de 3gua.	94

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

7.13	Testes manuais realizados à interface gráfica de extinguir as brasas acesas.	94
7.14	Testes manuais realizados à interface gráfica que permite pegar no prato e proceder a sua limpeza.	95
7.15	Testes manuais realizados à interface gráfica que permite realizar a lavagem da louça.	95

Lista de Acrónimos

2D	<i>2 (Duas) Dimensões</i>
3D	<i>3 (Três) Dimensões</i>
ALLAB	<i>Assisted Living Computing and Telecommunications Laboratory</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
DFCI	<i>Defesa da Floresta Contra Incêndios</i>
FARSITE	<i>Fire Area Simulator</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HCI	<i>Human Computer Interaction</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
ICNF	<i>Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MMT	<i>Minimum Travel Time</i>
NI	<i>Narrativa Interativa</i>
PDDL	<i>Plannig Domain Definition Language</i>
PNGIFR	<i>Plano Nacional para a Gestão Integrada de Incêndios Rurais</i>
QR Code	<i>Quick Response Code</i>
RTiVISS	<i>Real-Time Video Interactive Systems for Sustainability</i>
SMS	<i>Serviço de Mensagens Curtas</i>
UBI	<i>Universidade da Beira Interior</i>
UI	<i>User Interface</i>

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Capítulo 1

Introdução

Este documento relata o trabalho realizado ao longo da unidade curricular de Projeto de Dissertação do segundo ano do 2º ciclo do curso de Engenharia Informática da *Universidade da Beira Interior* (UBI).

O Projeto consiste na criação de um “jogo sério” cujo principal objetivo é consciencializar a população de uma forma apelativa na adoção de atitudes e comportamentos que possam prevenir os incêndios florestais.

As secções que se seguem apresentam o enquadramento, a motivação e os objectivos deste trabalho. Por fim, a última secção apresenta a estrutura desta dissertação.

1.1 Enquadramento

Os incêndios florestais são desastres naturais devastadores que parecem estar a aumentar globalmente [LSG10, TJA⁺19]. Nos últimos anos, países como EUA, Grécia e Portugal foram severamente afetados. Em 2017, um recorde de 500.000 hectares arderam em Portugal. No pior incidente deste tipo na história portuguesa, 117 pessoas perderam a vida e muitas casas e empresas foram destruídas. Em 2018, a Grécia e os EUA foram afetados pelos incêndios mais mortais registados nesses países: uma série de incêndios perto de Atenas matou 99 pessoas e vários incêndios na Califórnia foram responsáveis por mais de 85 vítimas e pela destruição de mais de 10.000 casas na cidade de Paradise. Mais recentemente, a Austrália foi devastada pelos piores incêndios florestais em décadas: cerca de 18,6 milhões de hectares arderam, mais de 5.900 edifícios foram destruídos (incluindo 2.779 casas) e pelo menos 34 pessoas morreram [CSV18, TJA⁺19].

Estes eventos levaram a uma discussão internacional sobre estratégias para mitigar os riscos e o impacto dos incêndios florestais. Em Portugal, foi elaborado um novo *Plano Nacional para a Gestão Integrada de Incêndios Rurais* (PNGIFR), que estabelece a estratégia nacional para o período 2020-2030 [dRP]. A sua principal missão é proteger pessoas e bens dos incêndios florestais. O plano descreve quatro direções estratégicas principais. Após a observação de que 98% dos incêndios florestais têm origem humana, uma das direções estratégicas está focada na modificação de comportamentos, com o objetivo de promover a adoção de boas práticas.

1.2 Motivação

Conforme documentado no Plano Nacional de Sensibilização *Defesa da Floresta Contra Incêndios* (DFCI) 2019 [dPa], o foco das campanhas de sensibilização são as queimadas e o uso de máquinas agrícolas. As mensagens são normalmente transmitidas através de materiais impressos, rádio e televisão. Uma limitação é que estes meios de transmissão de informação ao público podem não ser suficientemente cativantes, resultando numa baixa retenção de conhecimento. Além disso, dado o foco da campanha de 2019, alguns públicos-alvo importantes, como escolas, estudantes e a população urbana podem não ter sido expostos ao material da campanha.

Para resolver estas limitações, propomos a criação de um novo “jogo sério” cujo objetivo é ajudar a adotar atitudes e comportamentos que possam prevenir incêndios e salvar vidas. O jogo a desenvolver integra técnicas inovadoras de IA e *Narrativa Interativa* (NI) que permitem a geração automática de cenários educacionais interativos. O jogo é destinado a um *hardware* móvel devido à popularidade que os *smartphones* têm hoje em dia.

A ideia da construção de um projeto relacionado com a prevenção dos incêndios florestais deve-se ao aumento das tragédias ocorridas ao longo dos últimos anos. A elevada frequência dos incêndios tem causado vários prejuízos nomeadamente ao nível da economia (vários gastos em combustível e manutenção nos veículos de combate a incêndios e em meios de apoio à gestão do incêndio), nos ecossistemas (destruição dos habitats, aumento das emissões poluentes, a degradação do solo e poluição das águas), na sociedade (destruição de fábricas, perdas de emprego, destruição de habitações e perdas humanas) e na saúde da população (ao nível pulmonar, respiratório e danos psicológicos) [Kal15].

Para ajudar a colmatar este problema, a elaboração de um jogo educativo surgiu devido ao facto de atualmente os jogos virtuais serem uma boa estratégia de aprendizagem uma vez que os utilizadores interagem com o meio que os rodeia, o que os torna mais cativantes em relação aos jogos tradicionais segundo os autores Oshri *et al.* [Osh12]. Além disso, como Malone demonstrou [Mal80], os jogos fomentam a motivação extrínseca e aumentam as emoções positivas. Devido à sua natureza divertida, os jogos são capazes de reter a atenção em contextos sérios e os jogos sérios têm sido um canal eficaz para promover atividades que levam à aprendizagem [Lie12] e promover a mudança de comportamento [BBT⁺11]. A escolha da realização de um jogo sério também consegue atrair a atenção de uma audiência mais jovem, que constitui as gerações futuras: estas terão um papel preponderante na prevenção de incêndios e preservação das florestas.

Atualmente a pandemia permitiu também um acréscimo da utilização dos jogos de lazer, jogos competitivos e sobretudo o uso de jogos educativos. Hoje em dia os jogos virtuais têm sido os meios que permitem envolver e consciencializar os indivíduos acerca de várias questões ao nível da saúde, aprendizagem pessoal, social e na aprendizagem especializada. Os jogos de sensibilização social, de acordo com os autores Pereira *et al.* [Pai14],

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

têm um papel essencial ao nível da consciencialização dos indivíduos, tratando de temas que raramente são abordados nestes jogos (e.g temas como racismo, igualdade de género, *bullying*, entre outros) e cujo principal objetivo é transmitir uma mensagem e não um conhecimento. Os autores Pereira *et al.* [Pai14] referem também que os indivíduos que jogam este tipo de jogos adotam comportamentos diferentes e influenciam outras pessoas a mudarem as suas atitudes ou para que escolham esses tipos de comportamentos. Neste sentido, o jogo a desenvolver será na mesma vertente pretendendo transmitir um conhecimento e permitir que os utilizadores adotem determinado tipo de comportamento para a prevenção de incêndios.

Segundo os questionários elaborados aos utilizadores do jogo imersivo *Play With Fire* [AVNNC12], os resultados foram muito positivos visto que a maioria dos utilizadores classificou o jogo como interessante e educativo e ainda revelou que este tipo de jogos tem um elevado potencial para as pessoas adquirirem atitudes positivas em relação às florestas o meio ambiente. O mesmo se verificou nos resultados dos questionários realizados no jogo *Stop Disasters* [Sal15], que indicaram que este tipo de jogos preparam melhor os indivíduos para os desastres e é muito útil para a consciencialização dos riscos provocados por estes. Este *feedback* positivo suporta e motiva o desenvolvimento de um jogo educativo para a prevenção de fogos florestais.

As tragédias ocorridas ao longo destes anos apelam e motivam a que se realize uma atividade que permita a consciencialização da população quanto à prevenção dos incêndios florestais.

1.3 Objetivos

Atualmente o território português tem sofrido um massivo despovoamento e abandono rural o que provocou uma drástica mudança nos habitats agrícolas e terrenos pastorais transformando-os em zonas de vegetação combustível. A falta de limpeza destes campos, as queimadas de amontoados e atividades de lazer têm aumentado os incêndios devido aos atos negligentes da população. Nestas zonas praticamente secas, qualquer objeto desperdiçado (restos de vidros, cigarros mal apagados, fagulhas de escapes ou chaminés, fogueiras mal condicionadas) põe em causa o meio envolvente dando origem à maior parte dos incêndios. Para contribuir para a diminuição destas situações, este trabalho consiste no desenvolvimento de uma aplicação móvel, nomeadamente um jogo em 3D, que seja apelativo e interativo, visando a adoção de atitudes e comportamentos que contribuam para a prevenção dos incêndios florestais colmatando o problema descrito anteriormente.

Desta forma, pretende-se desenvolver cenários onde o utilizador ao navegar num determinado cenário identifique situações de perigo (como por exemplo: acumulações de lixo em locais susceptíveis a incêndios), ou seja, neste jogo o utilizador tem como principal

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

função explorar o meio envolvente identificando situações de perigo e eliminá-las através de atitudes que deve adotar para prevenir um incêndio.

Por forma a identificar cenários relevantes para a prevenção de incêndios foi realizada uma conversa informal com especialistas da área, nomeadamente aos Bombeiros de Pínel. Esta conversa serviu para definir cenários imprescindíveis à educação da população quanto à prevenção de incêndios. Foram analisadas várias atitudes pertinentes para diminuir o risco de incêndio, sendo que o cenário que surgiu como o mais significativo para educar a população foi o cenário de campismo/piquenique. Dada a sua relevância, definiu-se que o cenário de piquenique/campismo seria explorado e desenvolvido no contexto deste projeto.

Este cenário é importante para a aprendizagem de comportamentos que permitam a prevenção de incêndio, visto que no verão é um dos locais propícios para se realizar atividades de lazer e permanecer por longos períodos de tempo. Nestes locais os indivíduos, acampam, confeccionam os seus alimentos e realizam atividades de lazer. No entanto, estas atividades podem constituir um elevado perigo de incêndio, pelo que é necessário educar a população para diminuição dos riscos.

O utilizador poderá interagir com o ambiente que o rodeia e executar ações que facilitam ou evitam os incêndios. A técnica de IA de Planeamento Automático será utilizada para gerar cenários correspondentes às consequências das escolhas do jogador. Através do Planeamento Automático será possível definir várias narrativas (planos) no contexto de prevenção de incêndios a partir de um determinado estado. Desta forma, a narrativa vai evoluindo de acordo com as opções do jogador.

1.4 Organização do Documento

Por forma a demonstrar o trabalho realizado, este documento encontra-se estruturado da seguinte forma:

1. O primeiro capítulo – **Introdução** – apresenta os objetivos do projeto, a motivação para esta escolha, o enquadramento para o mesmo e a respetiva organização do documento;
2. O segundo capítulo – **Estado da arte** – expõe a definição de jogos sérios e o conceito de planeamento, a estratégia de pesquisa de trabalhos relacionados e por fim, aborda os vários jogos sérios e imersivos relacionados com a prevenção de incêndios e aplicações destinadas à população na tomada de decisão quanto à prevenção e previsão de incêndios florestais;
3. O terceiro capítulo – **Metodologias a utilizar** – aborda as várias ferramentas es-

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

tudadas que permitem o desenvolvimento de jogos e explica qual o motivo da escolha do *software* para a elaboração do jogo. Por fim, esclarece em que consiste a técnica do Planeamento automático, identifica as suas aplicações, esclarece qual a sua importância e o motivo de escolha e por fim, apresenta um exemplo da modelação do jogo com o planeamento automático;

4. O quarto capítulo – **Método Proposto** – explica detalhadamente a abordagem proposta e as suas fases de desenvolvimento.
5. O quinto capítulo – **Design do Jogo** – esclarece como se procedeu com o desenvolvimento do meio ambiente através da escolha dos *assets* adequados para a criação do cenário de um parque de campismo. Por fim é explicado o intuito de cada interface gráfica existente no jogo e como se comporta a câmara presente no jogo.
6. O sexto capítulo – **Desenvolvimento do Jogo e Planeamento Automático** – visa clarificar como se procedeu com o desenvolvimento do enredo do jogo. Aqui encontra-se detalhado através de uma narrativa, o que o jogador deve realizar para alcançar o objetivo final e o que não deve fazer para perder o jogo. Seguidamente é apresentado o processo de desenvolvimento de cada componente presente no jogo e é explicado como o planeamento automático integra o jogo.
7. O sétimo capítulo – **Testes de Validação e aprimoramentos** – contém todos os testes realizados aos componentes integrantes no jogo, por forma a verificar se o jogo se comporta como era esperado. Aqui são detalhados todos os testes implementados por forma a encontrar lacunas no jogo e por sua vez proceder com a sua correção melhorando a aplicação final.
8. O oitavo capítulo – **Avaliação final do Jogo** – tem como finalidade avaliar se o jogo ajuda o utilizador a adquirir informação sobre boas práticas de prevenção de incêndios florestais e avaliar a experiência dos utilizadores bem como a usabilidade do jogo.
9. Por fim, o nono capítulo – **Conclusões e Trabalho Futuro** – apresenta as principais conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Capítulo 2

Estado da Arte

Este capítulo apresenta diversos trabalhos relacionados com a temática da dissertação.

Para analisar estes trabalhos foi realizada uma pesquisa sistemática em diversas bases de dados. A pesquisa foi criada usando uma *string* específica, apresentada na secção 2.3.2. No total foram seleccionadas 155 publicações que foram exportadas com títulos e resumos para a aplicação *web* Rayyan QCRI¹ que permitiu realizar um estudo sistemático.

Após a revisão das publicações foram obtidos artigos que abordam tópicos como tecnologias que permitem a prevenção e deteção de incêndios, jogos educacionais para prevenção de incêndios urbanos e florestais, aplicações que auxiliam a população nas decisões a tomar em situações de emergência e aplicações que colaboram com as entidades competentes na gestão de incêndios.

A secção 2.1 transmite o conceito de jogos sérios, quais as suas aplicações e qual a sua importância. Seguidamente a secção 2.2 demonstra o que representa o conceito de planeamento e para o que é utilizado. A secção 2.3 trata dos trabalhos estudados através da realização de uma revisão sistemática. Na subsecção 2.3.1 encontram-se as perguntas de investigação elaboradas para se avançar com a pesquisa e a subsecção 2.3.2 trata da seleção dos artigos para a revisão sistemática. Por fim, as subsecções 2.3.3 e 2.3.4 apresenta em resumo os trabalhos relacionados com jogos sérios e aplicações que auxiliam a população na preservação de incêndios.

2.1 Definição de Jogo Sérió

Um jogo sério segundo Susi *et al.* [Bac07] tem como principal finalidade transmitir conhecimentos ao jogador acerca de determinados conceitos. O principal objetivo é transmitir conhecimentos com algum entretenimento para o jogador, para que este se sinta motivado ao longo do jogo.

Atualmente este tipo de jogos tem sido aplicado em diversas áreas, designadamente na saúde, governo, educação, na segurança e na exploração científica. Estes jogos permitem que os utilizadores vivenciem situações que ocorrem no mundo real e que por questões

¹Rayyan QCRI, [Online] <https://rayyan.qcri.org/welcome>

monetárias ou de segurança não podem ser replicadas [Baco7].

Os jogos sérios destacam-se dos jogos tradicionais devido ao jogador se encontrar imerso e motivado na experiência do jogo permitindo que adquira uma experiência que não é adquirida num jogo tradicional. Estes jogadores em situações reais estão preparados e propensos para lidar com as situações apresentadas. Assim, estes jogadores na vida real tendem a realizar menos erros que os indivíduos normais ao executar as tarefas.

O jogo sério a desenvolver tem como principal objetivo motivar o jogador de forma a que este se sinta imerso no seu decorrer por forma a mitigar os incêndios florestais.

2.2 Planeamento

Atualmente os jogos digitais estão a emergir cada vez mais devido às novas tecnologias, técnicas utilizadas, criatividade e estratégia usada para competir em relação aos outros jogos. Assim sendo, o planeamento é uma técnica computacional que tem vindo a ser aplicada cada vez mais nos jogos. Esta visa alcançar objetivos pré-estabelecidos através da escolha e organização de ações permitindo um desenvolvimento intelectual dos jogadores visto que faz com que estes raciocinem, prevejam e imaginem o jogo no futuro, proporcionando-lhes uma estimulação mental que não era adquirida em outros jogos [dJBo9].

O jogo a implementar utiliza a técnica de planeamento visto que permite ao jogador realizar uma análise da situação atual e identificar formas de alcançar uma posição futura por forma a prevenir a ocorrência de incêndios. Através das ações selecionadas pelos jogadores é possível gerar diferentes planos com o auxílio do planeamento automático, tornando este jogo curioso e cativante.

2.3 Trabalhos Relacionados

2.3.1 Perguntas de Investigação

Para proceder com a pesquisa, foram definidas perguntas de investigação com o objetivo de responder a estas questões através dos artigos.

De acordo com o *blog* de Formplus [For20], estas perguntas são o núcleo da investigação sistemática, ajudando a definir o caminho do processo de pesquisa.

As perguntas de investigação que visam encaminhar o processo de investigação deste pro-

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

jetos são as seguintes:

1. *What serious games and immersive technologies exist to educate people on fire prevention?* (Quais os jogos sérios e tecnologias imersivas existentes para educar as pessoas sobre a prevenção de incêndios?);
2. *What aspects of fire prevention have not yet been explored in the context of serious games and immersive technologies?* (Quais os aspetos da prevenção de incêndios que ainda não foram abordados no contexto de jogos sérios e tecnologias imersivas?);
3. *What are the current open challenges in the use of these technologies in the context of fire prevention?* (Quais são os actuais desafios abertos na utilização destas tecnologias no contexto da prevenção de incêndios?).

2.3.2 Estratégia de Pesquisa

Para abordar os trabalhos relacionados com os jogos sérios e imersivos para a prevenção dos incêndios florestais e preservação do meio ambiente realizou-se uma pesquisa exaustiva em diferentes bases de dados: ACM Digital Library², IEEE Xplore³, Web of Science⁴ e Scopus⁵. Para limitar os artigos a selecionar na pesquisa utilizou-se a seguinte *string*:

((“fire”AND (“forest”OR “bush”OR “rural”OR “vegetation”)) OR “wildfire”OR “bushfire”) AND “prevention”AND (“game”OR “immersive”OR “virtual reality”OR “mobile”)

Todas as bases de dados usam esta *string* com a excepção da Scopus que utiliza a mesma *string* mas com chavetas ({} ao invés das aspas (“”).

Todas as publicações encontradas foram inseridas com o título e resumo na aplicação Rayyan QCRI. Esta aplicação é uma ferramenta que permite realizar revisões sistemáticas através da seleção de artigos [Qat14].

Nesta aplicação foram inseridos 155 artigos, dos quais após a remoção dos duplicados, ficaram para análise 134 artigos. Destes, 65 foram considerados relevantes e 69 artigos foram removidos por não se enquadrarem com a temática do projeto. Após um estudo aprofundado dos 65 artigos, foram selecionados 13 artigos fulcrais que se enquadram no

²ACM Digital Library, [Online] <https://dl.acm.org/>

³IEEE Xplore, [Online] <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

⁴Web of Science, [Online] www.webofknowledge.com

⁵Scopus, [Online] <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

tema. A imagem 2.1 apresenta as intervenções realizadas aos artigos para chegar aos artigos pertinentes através de um Flow Diagram da plataforma PRISMA⁶.

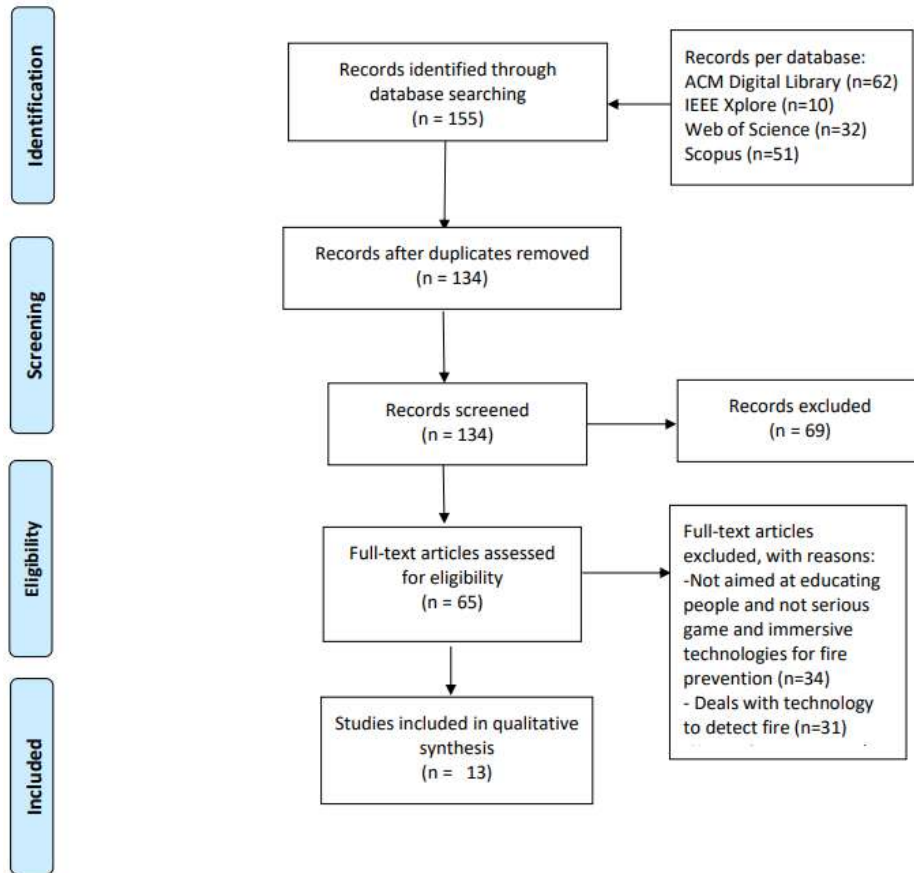


Figura 2.1: Flow Diagram que mapeia o número de artigos identificados.

2.3.3 Jogos Sérios e Imersivos

De acordo com o tema da tese foram analisados jogos sérios e imersivos quanto à prevenção e consciencialização da população em relação aos incêndios florestais. O jogo *VR Wildfire Prevention* [Hum17] enquadra-se num cenário de acampamento cujo principal objetivo é incentivar as pessoas a realizarem as devidas técnicas de prevenção para a realização de fogueiras e mantê-las com as devidas precauções. O jogo incentiva o utilizador a criar uma fogueira segura. Para esta ser segura deve executar as seguintes tarefas: escolher uma zona longe de materiais inflamáveis, escavar um orifício e rodeá-lo com pedras onde depois pode colocar a lenha e acender a fogueira. Ao longo do jogo, algumas pistas são fornecidas ao jogador caso este não desempenhe corretamente as suas tarefas. Estas pistas são dadas através de sons e se o jogador não corrigir o erro são dadas referências escritas. No fim é apresentado um *score* no ecrã por forma a indicar se as suas ações foram propícias a incêndio ou não.

⁶PRISMA, [Online] <http://www.prisma-statement.org/>

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Outro jogo relevante para a consciencialização da população acerca do perigo e os efeitos que os incêndios provocam no meio ambiente é o *Play With Fire*. Este faz parte do projeto *Real-Time Video Interactive Systems for Sustainability* (RTiVISS) que se encontra relacionado com a sustentabilidade do meio ambiente. Neste jogo os utilizadores são aliçados a provocar um incêndio e de seguida através dos seus movimentos e gestos têm de extinguir o incêndio virtual. Após a conclusão, diversas informações são fornecidas como os danos causados na floresta e no clima, o desempenho dos jogadores e imagens desoladoras acerca do incêndio. Através de um *Quick Response Code* (QR Code) os utilizadores podem ver os estado inicial e final da floresta e visualizar a sua lenta regeneração por meio de uma aplicação móvel [AVNNC11].

O jogo *Stop Disasters* [Pai14] é um jogo educativo e estratégico cujo principal objetivo é compreender os riscos de vários desastres (incêndios, terremotos, furacões, tsunamis e inundações) e despertar a atenção dos utilizadores em relação aos riscos e a medidas a realizar para diminuir o seu impacto. No cenário dos incêndios florestais o jogador tem de realizar várias tarefas nomeadamente:

- contruir casas e hospitais (com equipamentos que permitam extinguir incêndios);
- realizar a gestão de terras (destruir árvores secas e desflorestar áreas muito arborizadas);
- efetuar ações comunitárias para consciencialização e aprendizagem de boas práticas para gestão de diversos desastres;
- remover fontes de combustível perto das construções e zonas arborizadas.

Após um determinado tempo o incêndio inicia e no fim o utilizador poderá ver os danos causados bem como as falhas cometidas. Desta forma, este jogo consegue preparar a comunidade para um desastre, diminuir o seu impacto e corrigir algumas das falhas cometidas.

O jogo sério *Geogame on the Peat*, foi criado sobretudo para a população do sudoeste da Ásia, por forma a diminuir o impacto dos incêndios e educar a população quanto aos procedimentos a ter para proteger e conservar turfas. Esta área tem sido muito fustigada devido à elevada queima de zonas de turfas sendo a principal causa de incêndios e da neblina existente.

Este jogo visa colmatar esta situação. Encontra-se disponível para o sistema operativo Android, sendo um jogo apelativo que usa elementos virtuais no mundo real através da realidade aumentada e a geolocalização para gerir áreas de turfas por forma a educar os indivíduos e a gerir problemas em turfeiras devido à falta de água [Lak18]. A aplicação permite que os utilizadores contribuam com informações até então desconhecidas através da sua localização, sendo estas analisadas por pessoas competentes por forma a prevenir

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

os incêndios e reduzir a neblina. O jogo possui um mapa onde os utilizadores podem interagir com vários objetos: plantas, itens, dinheiro e um inventário através da realidade aumentada. Os jogadores possuem sementes que devem plantar e ao longo do tempo devem proteger a sua planta dos vários desastres (e.g. inundações e incêndios). Para as proteger, ao longo do mapa, vão interagindo com vários objetos que permitam cuidar e proteger a planta. Este jogo é ideal para a população mais jovem podendo esta aprender os procedimentos de como conservar e proteger as turfas dos incêndios.

O jogo *Fire Save Kids* [Cat14] destina-se a crianças que, através do auxílio dos pais e dos professores, conseguem aprender de uma forma intuitiva quais os principais processos de segurança a realizar em caso de incêndio. Este jogo contém vários sub-jogos nomeadamente um que permite descobrir palavras relacionadas com a segurança, outro que se destina a descobrir a melhor rota para extinguir um incêndio de uma habitação e por último um onde o principal objetivo é extinguir o incêndio de uma aldeia através de um carro de bombeiros e os seus utensílios.

Para além de jogos relacionados com os incêndios existem outros que abordam diferentes desastres nomeadamente terremotos, tsunamis, inundações e tornados. O jogo educacional para crianças, *Disaster Master* [UNE], tem como objetivo transmitir mensagens que ajudam os utilizadores a entender o que é um desastre natural e quais as ações a tomar para reduzir seu o impacto. As informações fornecidas pelo jogo podem ser descarregadas para auxiliar os jogadores no estudo de como proceder em caso de emergência.

O jogo educacional *Storm Watchers* [Bur] tem como principal objetivo educar as crianças para ciclones tropicais. Desta forma, o jogo permite que os utilizadores aprendam a preparar as casas para ciclones, a interpretar os sistemas de alerta de ciclones, a preparar um *kit* de emergência com suplementos, a realizar um plano de emergência e identificar um local seguro de abrigo para as pessoas.

Outro jogo educativo é o *Earthquake School in the Cloud* [Kat13]. Este visa educar a população mais jovem de Taiwan para os terremotos. Quando este desastre ocorre o jogador pode registar os dados sísmicos (local onde ocorreu, registar o local de tremor mais forte e registar um plano das falhas ocorridas).

A tabela 2.1 sumariza com algum detalhe as soluções mais relevantes ao nível dos jogos quanto à prevenção de incêndios. Apresentando o meio ambiente onde se inserem, qual o principal objetivo, as tecnologias que utiliza, quais as principais tarefas que o utilizador deve realizar e por fim a quem se destina o jogo.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

2.3.4 Aplicações no Apoio a Incêndios

Para além dos jogos interativos existem diversas aplicações que permitem auxiliar e informar a população na tomada de decisões quanto à prevenção e previsão de incêndios. A aplicação *Veld Fire* [Tar17] distingue-se de outras tecnologias de informação visto que tem a capacidade de prever incêndios através das condições meteorológicas previstas e alertar antecipadamente os utilizadores e as entidades. Esta aplicação destina-se a prever, detetar e monitorizar incêndios em savanas. Os alertas à população são realizados através de notificações ou mensagens. A *Veld Fire* é bastante flexível dado que os utilizadores têm a capacidade de escolher a área, os dias e o meio de como receber os alertas de incêndio (*e-mail*, *Serviço de Mensagens Curtas* (SMS) ou notificação) e, em caso de situação de emergência são enviadas informações de como proceder para extinguir o incêndio e prevenir danos maiores.

Atualmente existem vários planos ao nível educacional e informativo cujo principal objetivo se concentra na consciencialização da população quanto à redução dos incêndios e das suas vulnerabilidades. A aplicação *My Fire Watch* [Med15] emergiu neste sentido para disponibilizar informações em tempo real e dar alertas de incêndios na zona da Austrália através do mapa aéreo ou em satélite do Google Maps. A aplicação tem a capacidade de disponibilizar informações essenciais acerca dos perigos e do impacto dos incêndios. Consegue localizar o utilizador através do *Global Positioning System* (GPS), possui um ícone de pesquisa para procurar áreas relevantes para o utilizador, fornece alertas de emergência que são enviadas pelas organizações especializadas. Por sua vez o utilizador tem a oportunidade de enviar informações relevantes para diminuir os riscos dos incêndios. O surgimento desta aplicação levou à criação de um protótipo que permitisse a mitigação de vários desastres no Japão.

A previsão do desenvolvimento dos incêndios é uma tarefa desafiadora devido a vários fatores instáveis como a intensidade de propagação das chamas, as condições meteorológicas, a topografia do terreno e o tipo de vegetação. Atualmente existem sensores aéreos (satélites) que conseguem prever a propagação de um incêndio após a sua deteção. No entanto, estes satélites cobrem uma área pequena em relação à extensão das florestas. Para colmatar esta situação, foi desenvolvido um sistema de simulação de incêndios em florestas em 3D. Este sistema pode ser utilizado na gestão e monitorização de florestas, prevenção de incêndios e na tomada de decisões. Para simular a propagação do incêndio é utilizado o modelo *Fire Area Simulator* (FARSITE), os efeitos irregulares do fogo são representados pelo sistema de partículas *osgEarth*. Para representar o terreno e a floresta é utilizado o *software* *OntoPlant* e o meio ambiente é criado através das bibliotecas *OpenGL* e *OpenSceneGraph*. Todo o sistema de simulação é desenvolvido na linguagem de programação C++ [Che12]. Este sistema é fulcral no apoio às decisões das entidades competentes quanto à quantidade de meios terrestres e humanos necessários, para adequar o tipo de ferramentas necessárias para o combate e para diminuir os danos que

poderia causar o incêndio.

Ao longo dos tempos a ciência cidadã (um grupo de voluntários que geram, analisam quantidades de dados e partilham o seu conhecimento com cientistas com um objetivo final), tem evoluído devido ao avanço das telecomunicações, pois todos os indivíduos conseguem partilhar informações de uma forma rápida e segura. Desta forma, desenvolveu-se um protótipo de uma aplicação com a participação da ciência cidadã por forma a preservar a floresta e a prevenir incêndios. Os utilizadores poderão partilhar informações de áreas propensas, áreas ardidas e alertar incêndios a entidades através de informações que o utilizador consegue recolher do local. Estas informações contêm uma fotografia do local, a localização, dados meteorológicos e uma breve descrição. Os dados recolhidos são enviados para a *web* onde os especialistas avaliam os resultados e partilham informações verídicas com os restantes utilizadores. Com os resultados podem-se visualizar mapas de calor que permitem consciencializar a população perante o perigo de incêndio presente em cada área [Faz19]. Com estas informações a população conseguiria adquirir certos comportamentos de forma a evitar situações de emergência e, em caso de emergência seria mais fácil para os especialistas colmatar o problema de acordo com as informações fornecidas.

De acordo com os autores Kalabokidis *et al.* [Vas16] os sistemas de prevenção e gestão de incêndios devem ter essencialmente as seguintes funcionalidades: dar acesso a previsões de perigo de incêndio, previsões do comportamento do incêndio, deteção de incêndios, histórico de informações do incêndio e possuir uma avaliação dos danos causados. Quanto à sua usabilidade a ferramenta deve ser intuitiva e de fácil manipulação pelo que os utilizadores não necessitam de ter um conhecimento específico. Atualmente diversas instituições têm desenvolvido sistemas de previsão e prevenção de incêndios, no entanto estas focam-se apenas numa única funcionalidade. Para corrigir este problema foi desenvolvido o sistema AEGIS, uma aplicação *web*, que integra diversas funcionalidades para prevenção e gestão de dados de incêndios florestais. O objetivo principal deste sistema é a recolha de dados espaciais e terrestres para construção de uma base de dados para diversos locais com o objetivo de prevenção e gestão de dados de incêndios florestais. O AEGIS possui dados relativos à vegetação, nascentes, infraestruturas, edifícios, dados meteorológicos recolhidos pelo SKIRON e imagens espaciais que permitem criar um mapa geográfico realista. A aplicação ainda utiliza o algoritmo *Minimum Travel Time* (MMT) que permite simular um incêndio e prever o seu comportamento. Consegue também criar um mapa de risco de incêndio através de uma rede neuronal com base em diversos parâmetros. Quanto aos utilizadores (especialistas ou indivíduos comuns), estes podem fornecer informações, realizar e ver simulações de incêndios, ajudando os especialistas na supressão de incêndios através dos seus conhecimentos. Todas estas informações podem ser acedidas através da aplicação móvel AEGIS App [Kal15]. Esta aplicação permite localizar o utilizador, pesquisar instalações de apoio ao combate a incêndios, aceder à meteorologia, visualizar dados que permitam gerir incêndios (locais de evacuação, fontes de água, quartéis de bombeiros, entre outros), calcular rotas entre o local desejado e do local do

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

utilizador e permite dar alertas de incêndios. Para além destas funcionalidades possui a tecnologia Cortana [PL14] que permite aceder a informações e serviços através de comandos de voz sem ser necessário interagir com a aplicação. Os dados enviados pelos utilizadores são encaminhados para a *web* onde é possível ver uma possível propagação de incêndio bem como o seu comportamento ao longo do tempo.

Na tabela 2.2 podemos visualizar um resumo acerca das principais aplicações desenvolvidas para prevenção e previsão de incêndios. A tabela descreve qual o principal objetivo de cada aplicação, os *softwares* onde podem ser instaladas, as suas principais funcionalidades e o tipo de utilizador que pode aceder à aplicação.

2.4 Conclusões

A aplicação *web* Rayyan QCRI é fulcral para a análise dos diferentes artigos. Com esta plataforma podem-se destacar os trabalhos que se relacionam com a temática dos jogos sérios e imersivos que permitem realizar técnicas de prevenção de incêndio. Os restantes trabalhos tratam de aplicações que permitem consciencializar a população quanto aos danos que os incêndios podem causar, bem como no apoio da tomada de decisões em situações de emergência.

Nos trabalhos tratados podemos destacar várias tecnologias que permitem cativar o jogador, nomeadamente o uso de óculos HTC Vive no jogo *VR Wildfire Prevention*. Com a utilização destes óculos o jogador encontra-se imerso no ambiente virtual que o rodeia. Neste jogo o utilizador tem a oportunidade de aprender a realizar técnicas de segurança, manutenção e extensão de fogueiras em acampamentos através de um ambiente virtual. A tecnologia HCI utilizada no jogo *Play With Fire* permite que os jogadores interajam com um incêndio virtual através dos seus movimentos e por sua vez permite consensibilizá-los acerca dos danos que o incêndio provocou. Por outro lado, o uso de realidade aumentada no jogo *Geogame on the Peat* permite uma envolvimento por parte dos utilizadores, quanto à forma de proteger e conservar as turfas dos incêndios. As tecnologias referidas permitem despertar a atenção dos jogadores quanto às formas existentes de prevenção de incêndios.

Através dos trabalhos estudados verifica-se que existem várias tecnologias de informação e comunicação, nomeadamente as aplicações que são capazes de prever e simular incêndios (*Veld Fire* e AEGIS), enviar alertas de perigos e informar da existência de incêndios (*My Fire Watch*, *Veld Fire* e AEGIS) e aplicações com a capacidade de recolher informações disponibilizadas pelos utilizadores que ajudam na tomada de decisões e na prevenção de incêndios.

Após este estudo verifica-se que existem vários aspetos que não foram abordados nestes

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

trabalhos como: v3rios comportamentos a ter em florestas e parques de campismo (e.g quando se realizam atividades de lazer), os utens3lios corretos a utilizar quando se realizam queimadas e fogueiras, e outras tarefas pertinentes para se prevenir o desastre. Por outro lado, nem toda a popula33o tem a capacidade de experienciar alguns dos jogos mencionados ou outros, que permitam a preven33o de inc3ndios devido a quest3es financeiras, pois em certos casos requer o uso de um *hardware* caro.

Para colmatar as lacunas existentes, o jogo a desenvolver pretende ensinar v3rios comportamentos que previnem inc3ndios e permitir que este jogo esteja ao alcance da maior parte da popula33o sem a necessidade de se gastar dinheiro em *hardware* espec3fico para a sua execu33o.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 2.1: Resumo das soluções existentes ao nível de jogos preventivos a incêndios florestais.

Aplicação	Meio Ambiente	Principal objetivo	Tecnologias utilizadas	Principais Tarefas	Utilizador Final
<i>VR Wildfire Prevention</i> [Hum17]	Acampamento	Realizar técnicas de segurança, manutenção e extensão de uma fogueira.	HTC Vive	Escolher um local adequado para realizar a fogueira; Escavar um orifício e rodeá-lo de pedras; Colocar lenha e acender a fogueira; Apagar a fogueira com água.	Adolescentes e Adultos.
<i>Play with Fire</i> [AVNNC11]	Floresta	Extinguir o incêndio por forma a consciencializar os jogadores dos riscos e efeitos provocados pelos incêndios.	Câmara detetora de movimentos; RTiVISS; <i>Human Computer Interaction</i> (HCI)	Leitura de informações acerca dos riscos e procedimentos a ter em relação aos incêndios; Extinguir o fogo virtual através de gestos; Visualização do estado final e o processo lento de regeneração da floresta.	Para qualquer idade.
<i>Stop Disasters</i> [Pai14]	Aldeias	Salvar pessoas e reduzir o impacto dos fenómenos naturais; Consciencializar os indivíduos destes desastres.	Video-jogo <i>online</i> em 2D	Construir escolas para formação da comunidade; Construção de hospitais para salvar as pessoas; Preparar o cenário para o possível desastre.	Crianças entre os 9 e 16 anos.
<i>Geogame on the Peat</i> [Lak18]	Florestas em turfas	Educar adolescentes a gerir problemas em turfeiras devido à falta de água.	Realidade aumentada	Plantar uma semente e protegê-la de vários desastres; Interação com vários itens que permitem proteger a planta; Capacidade de recolha de informações do meio ambiente e enviá-las para a <i>web</i> .	Jovens entre os 13 e 16 anos.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 2.2: Ssoluções existentes ao nível das aplicações que apoiam a população e os especialistas na tomada de decisões em relação aos incêndios.

Aplicação	Principal Objetivo	Software Disponível	Principais Funcionalidades	Utilizador Final
<i>Veld Fire</i> [Tar17]	Aplicação capaz de prever, detetar e monitorizar incêndios em savanas; Alertar a população através de notificações ou mensagens.	Disponível em vários <i>softwares web</i> ou móvel.	Aceder a dados meteorológicos; Permite detetar incêndios; Alertar utilizadores e entidades; Fornece detalhes de como extinguir o incêndio.	Comunidades rurais de Zimbabwe, Namíbia e sul de África.
<i>My Fire Watch</i> [Med15]	Consciencializar a população, reduzir os incêndios e as suas vulnerabilidades.	Disponível para Android e páginas <i>web</i> .	Aceder a informações geoespaciais e escritas; Detetar a localização do utilizador; Pesquisa de localizações; Acesso ao mapa aéreo/satélite; Permite enviar dados relevantes para prevenção/previsão de incêndios.	Qualquer utilizador.
<i>Simulation and visualization of florest fire growth in an integrated 3D virtual geographical environment</i> [Che12]	Simulação de incêndios em florestas num ambiente 3D para tomada de decisões quanto à prevenção de incêndios e na gestão e monitorização de florestas.	Disponível para páginas <i>web</i> .	Simulação de incêndios; Representação de terrenos e florestas; Permite treinar e educar as entidades quanto ao combate a incêndios; Apresenta os danos causados após a simulação.	Especialistas.
<i>Towards Forest Fire Prevention and Combat Through Citizen Science</i> [Faz19]	Criar uma aplicação móvel que com a participação da ciência cidadã é possível preservar a floresta e prevenir incêndios.	Disponível para páginas <i>web</i> e Android.	Comunicar áreas propensas a incêndios, áreas ardidas e alertar incêndios; Capacidade de visualizar mapas de calor de cada área; Visualização de dados partilhados pelos utilizadores.	Ciência cidadã e Especialistas.
<i>AEGIS</i> [Vas16]	Recolha de dados espaciais e terrestres para construção de uma base de dados geográfica para prevenção e gestão de incêndios florestais.	Disponível para páginas <i>web</i> e Android.	Simular e prever o comportamento de incêndios; Envio de informações relevantes acerca dos locais.	Especialistas e residentes na Grécia.
<i>AEGIS App</i> [Kal15]	Gerir informações acerca dos incêndios ajudando na tomada de decisão de medidas preventivas e como atuar perante o desastre.	Vários <i>softwares</i> móveis.	Localização do utilizador; Pesquisa de instalação de apoio ao incêndio; Acesso a dados que permitem gerir e prevenir incêndios.	Especialistas e residentes na Grécia.

Cap3tulo 3

Metodologias a Utilizar

3.1 Introdu77o

Atualmente existe uma pan3plia extensa no que se refere a ferramentas de desenvolvimento de jogos mais conhecidas por *Game Engines*. Estes programas permitem que os *developers* criem os seus pr3prios jogos de uma forma simples, r3pida e ainda t3m a capacidade de publicar esses jogos em *softwares* m3veis, *web* ou para *softwares* dos computadores.

Este cap3tulo visa apresentar v3rias plataformas que foram estudadas para selecionar a plataforma mais adequada para o desenvolvimento do jogo.

3.2 Ferramentas para desenvolvimento de Jogos

Nesta sec77o s3o identificadas v3rias plataformas populares que permite o desenvolvimento de jogos com as respetivas vantagens e desvantagens e por fim um breve resumo do que levou 3 escolha da plataforma para desenvolver o jogo pretendido.

3.2.1 Unreal Engine

A Unreal Engine [Epi21] 3 um *software* de desenvolvimento gratuito de jogos e filmes criada pela Epic Games em 1998 encontrando-se em constante desenvolvimento, sendo a vers3o mais recente Unreal Engine 4 desenvolvida h3 2 anos.

Esta plataforma popular permite a cria77o de jogos em 2D e 3D e pode ser aplicada em cen3rios de filmes que necessitam de gr3ficos realistas. Cont3m um editor que se encontra dispon3vel para v3rios sistemas operativos como Linux, MacOS e Windows. 3 uma plataforma *open-source* desenvolvida na linguagem de programa77o C++, sendo poss3vel partilhar os jogos em diversas plataformas populares como a Playstation, Xbox One, iOS e Android [Gui19]. No entanto, para usufruir desta plataforma 3 necess3rio pagar uma licen77a para o jogo ter direitos de autor e 3 3 adequada para pessoas que tenham uma elevada experi3ncia em desenvolvimento de jogos [Fil20].

3.2.2 Corona SDK

Corona SDK é um software gratuito de desenvolvimento de jogos em 2D, desenvolvido pelo Corona Labs em 2009 e atualmente atualizado pelo Vlad Shcherban. Este *software* permite a criação de jogos para os sistemas operativos Android, iOS, Windows, MacOS sendo possível conectar estes jogos à televisão sem ser necessário alterar o código escrito na linguagem de programação Lua [Cri18].

A utilização do Corona permite realizar uma compilação das aplicações em tempo real no momento da construção o que permite otimizar o desempenho do desenvolvimento do jogo. Possui o Marketplace onde é possível encontrar jogos desenvolvidos na sua íntegra, *assets*, músicas e animações entre outros tipos de efeitos necessários para o desenvolvimento de jogos em 2D [Vla18].

3.2.3 BuildBox

BuildBox é um *software* gratuito de desenvolvimento de jogos 2D e 3D criado por Trey Smith em 2014. A popularidade deste *software* deve-se à inexistência de programação para desenvolver os jogos [App21].

O desenvolvimento dos jogos carece de um sistema operativo como Windows ou MacOS e após a finalização dos jogos, estes podem ser publicados nas plataformas Android, iOS, Windows, Steam, MacOS.

O Buildbox possui vários recursos como a ferramenta Asset Bar onde é possível descarregar vários efeitos, animações, músicas, *assets* gratuitos e tutorias de jogos desenvolvidos nas plataformas [Cri18].

3.2.4 GDevelop

GDevelop é um software gratuito, *open-source* para o desenvolvimento de jogos em 2D criado pelo *developer* da Google, Florian Rival.

O desenvolvimento destes jogos pode ser realizado em sistemas operativos como Windows, Linux e MacOS sendo também possível realizar o desenvolvimento deste jogo num *browser* como Chrome ou Firefox. Após a criação do jogo é possível publicar nos sistemas Android, Facebook Instant Games, iOS, Windows, Linux e MacOS [Flo21b].

Esta plataforma é útil para o desenvolvimento de jogos para pessoas que não tenham conhecimentos em programação. Utiliza programação visual onde é possível adicionar comportamentos aos itens do jogo usando eventos intuitivos que já se encontram feitos para

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

a sua utilização [Flo21a].

Atualmente esta plataforma tem sido utilizada para o desenvolvimento de jogos sérios e educativos para a educação nas escolas e universidades [Eva18].

3.2.5 CryEngine

A CryEngine é uma plataforma gratuita para desenvolvimento de jogos em 2D e 3D criada pela Crytek ficando famosa pelo desenvolvimento do jogo Far Cry em 2004.

Os jogos desta plataforma podem ser executados nos sistemas operativos Windows, Linux, PlayStations, Xbox One, não se encontrando disponível para telemóveis [Cry21a].

Possui uma loja designada por Marketplace onde é possível encontrar vários recursos como modelos em 2D e 3D, animações, texturas, *scripts* escritos na linguagem de programação C++ ou em Lua, projetos na sua íntegra e tutoriais acerca de imagens 2D, como criar modelos e animações. Para além desta loja, a CryEngine contém uma secção de aprendizagem onde podemos visualizar detalhes acerca da documentação e ferramentas e podemos visualizar vídeos que permitem que o utilizador aprenda todos os conteúdos para trabalhar com a ferramenta [Cry21b].

3.2.6 Phaser

Phaser é uma plataforma gratuita que permite o desenvolvimento de jogos em 2D em HTML5 criada por Photon Storm. Esta plataforma é *open-source* possuindo uma vasta comunidade a trabalhar nela o que permite que esta esteja em constante evolução e atualização. É sobretudo adequada para indivíduos que pretendem iniciar o mundo dos jogos devido à sua extensa documentação como guias e exemplos práticos com programação na linguagem Javascript que podem ser executados *online* [Pho21].

Phaser possui várias funcionalidades, tem a capacidade de utilizar a renderização do WebGL e Canvas, permite detectar e ajustar as configurações de áudio consoante o *browser* onde o programador cria o jogo, é possível manipular os gráficos já previamente desenvolvidos pela plataforma e reconhece *inputs* de computadores e de dispositivos móveis [Jos16].

Os jogos desenvolvidos são compatíveis com qualquer *browser* sendo compatíveis também com os *browsers* dos dispositivos móveis.

3.2.7 Unity

O Unity é um *software* gratuito que permite o desenvolvimento de jogos, filmes, esquemas em 3D para a construção, ajudando na arquitetura, na indústria, na manufactura e transportes criada pela Unity Technologies em 2005 [Uni21b].

O Unity é muito popular sobretudo pelo facto da capacidade de desenvolvimento de jogos em 2D e 3D na linguagem de programação C#, pela capacidade de publicar os jogos em várias plataformas: em dispositivos móveis (Android, iOS, Blackberry), em *browsers* (Chrome, Firefox), nos sistemas operativos (Windows, MacOS, Linux, Fedora) e em consolas (Xbox One, Nintendo, PlayStation). Sendo conhecido também pela qualidade de gráficos que apresenta e pela fácil usabilidade de trabalhar no seu editor de desenvolvimento.

Esta plataforma contém uma loja designada por Asset Store onde podemos encontrar vários recursos gratuitos e pagos como cenários 2D e 3D, áudios, templates, animações e texturas e tutoriais de aprendizagem. Ainda possui uma secção de aprendizagem onde podemos encontrar documentação acerca do *software*, tutoriais e projetos na sua íntegra para ajudar na compreensão de como se processa o desenvolvimento de um jogo [Anu18].

3.2.8 Seleção da Ferramenta de Desenvolvimento

A tabela 3.1 resume com algum detalhe as características mais relevantes de cada motor de desenvolvimento de jogos estudado. Esta tabela permitiu seleccionar com mais clareza o motor de jogo adequado para o desenvolvimento do jogo. Seguidamente apresento o que leva à exclusão de 6 das 7 plataformas de desenvolvimento, tendo em conta o jogo a desenvolver.

A plataforma Unreal Engine foi excluída pelo facto de existir um pagamento para a publicação do jogo, por ser uma ferramenta cara ao nível dos recursos existentes e pela elevada capacidade que o computador necessita para suportar o *software* aquando o desenvolvimento do jogo.

O motor de jogo Corona SDK foi automaticamente eliminado como opção, visto que apenas suporta o desenvolvimento de jogos em 2D, pela documentação escassa existente e pelo seu fraco conteúdo disponível (não é realista e apelativo).

Os *softwares* BuildBox e Gdevelop foram deixados para trás por não utilizarem programação no desenvolvimento, o que corresponderia a um jogo simples e monótono. O primeiro excluído também pela fraca informação disponibilizada e o segundo pela incapacidade de desenvolvimento de jogos em 3D.

Quanto à plataforma CryEngine foi afastada como hipótese de escolha, pelo facto de o

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

jogo a desenvolver não suportar a plataforma Android ou iOS e pelo custo dos recursos disponíveis para o seu desenvolvimento.

A ferramenta Phaser foi descartada visto que os jogos desenvolvidos apenas suportam *browsers* e, pelo seu desenvolvimento ser em 2D (os gráficos não se assemelham com a realidade).

A ferramenta Unity foi a que mais se destacou para o desenvolvimento do jogo visto poder ser publicado em qualquer plataforma sem qualquer custo associado. Os gráficos e recursos disponíveis são bastante reais o que permite o desenvolvimento de um jogo apelativo e interessante para quem o jogar. É uma plataforma que possui uma extensa documentação acerca da ferramenta e existe uma comunidade vasta que trabalha com a plataforma podendo-se esclarecer dúvidas em questões que já foram abordadas por outros indivíduos.

Tabela 3.1: Comparação das diferentes ferramentas de desenvolvimento de jogos.

Caraterísticas	Unreal Engine	Corona SDK	BuildBox	GDevelop	CryEngine	Phaser	Unity
<i>Programação</i>	C++	Lua	Não usa	Não usa	C++	Javascript	C#
<i>Documentação</i>	Muita Boa	Pouca	Pouca	Boa	Muito Boa	Boa	Muito Boa
<i>Suporte para 3D</i>	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
<i>Loja de Assets</i>	Muita variedade	Limitada	Limitada	Limitada	Muita Variedade	Muita Variedade	Muita Variedade
<i>Custos</i>	Versão <i>free</i> limitada	Gratuito	Gratuito	Gratuito	Versão <i>free</i> limitada	Gratuito	Gratuito*
<i>Publicação em Android/iOS</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim

* Possui também uma vasta gama de *assets* pagos.

3.3 Planeamento Automático

O Planeamento é sobretudo uma característica do ser humano. Nós humanos, utilizamos o planeamento diariamente, mesmo subconscientemente, cada vez que fazemos novas tarefas, quando as tarefas a realizar são complexas, sempre que colaboramos em equipa ou até quando o meio que nos rodeia nos impõe um elevado custo ou risco [Ope14].

Com o planeamento é possível decidir antecipadamente a forma como lidar com situações do futuro, tomar decisões lógicas e é possível identificar os processos necessários para atingir um objetivo específico. Assim, com estas vantagens surgiu a ideia de criar uma máquina capaz de pensar como o ser humano surgindo deste modo o Planeamento

Jogo S3rio para Preven77o de Fogos Florestais

Autom1tico. Este termo encontra-se ligado ao ramo da IA com o objetivo de criar entidades ou *softwares* com a capacidade de escolher e organizar a77es antecipadamente em m1quinas aut3nomas e inteligentes [The19].

Definindo este conceito, o Planeamento Autom1tico 3 uma 1rea da IA que permite resolver problemas atrav3s da realiza77o de a77es para atingir um objetivo. A execu77o destas a77es s1o realizadas por agentes inteligentes como rob3s, humanos ou por programas de computadores [Jus10]. Um plano 3 definido por uma sequ4ncia de a77es, onde cada a77o tem algumas condi777es que necessitam de ser satisfeitas para chegar de um estado inicial a um estado final, ou seja, ao objetivo pretendido [Gee19]. Para se criar um plano, 3 necess1rio ter em conta a descri77o de dom3nio, a especifica77o da a77o e a descri77o do objetivo. A linguagem mais utilizada para definir planos 3 a linguagem *Plannig Domain Definition Language* (PDDL). Esta 3 constitu3da pelos seguintes componentes:

- **objetos:** consistem nos objetos que s1o necess1rios manipular para resolver o problema;
- **predicados:** caracterizam estados dos objetos, constituindo factos que podem ser verdadeiros ou falsos;
- **estado inicial:** estado onde come77a a cena, ou seja, como o problema a resolver se encontra inicialmente;
- **objetivo:** como queremos o estado final, ou seja, como queremos o problema resolvido no fim;
- **a77o ou operadores:** m3todos ou a77es que permitem modificar o ambiente.

Estes componentes est1o distribu3dos por dois ficheiros constituintes da linguagem PDDL, o ficheiro do dom3nio e o da defini77o do problema. O do dom3nio 3 constitu3do pelos predicados e a77es e o ficheiro da defini77o do problema 3 composto pelos objetos, estado inicial e o objetivo [Hel].

O planeador utilizado neste projeto 3 o Metric-FF [Hof03] devido ao conhecimento que os orientadores t4m em rela77o a este planeador e devido ao facto de estes j1 o terem usado em trabalhos anteriores.

O Planeamento Autom1tico tem sido aplicado em v1rias 1reas nomeadamente em aplica777es espaciais e militares, na ciberseguran77a, na manufactura, na rob3tica, no ensino e na gest1o de empresas [Soh19]. Existem v1rios projetos onde podemos visualizar a exist4ncia de planeamento autom1tico nomeadamente na engenharia de *software*, que ao n3vel da an1lise dos requisitos ajuda os analistas a perceberem melhor as prefer4ncias dos clientes ao n3vel dos requisitos funcionais e n1o funcionais permitindo modelar os objetivos finais dos clientes para o desenvolvimento do *software* pretendido [LSS⁺10, LSS⁺11]. Em jogos, o jogo AlphaGo 3 um jogo de tabuleiro dispon3vel para computadores que atrav3s

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

do planeamento automático e *deep learning* consegue planear a jogada seguinte de forma a que esta seja ótima [Shi18b]. Na robótica, a *International Business Machines Corporation* (IBM) desenvolveu uma ferramenta designada por AI-Based Scenario Planning for Risk Management que através do planeamento automático consegue dar apoio às atividades de segurança de rede e finanças de empresas. Este sistema tem a capacidade de gerar cenários alternativos de risco ajudando os indivíduos a aprender, a antecipar e a planear algumas alternativas para o futuro [Shi18a].

O Planeamento Automático é útil para resolver problemas que a linguagem dos humanos (linguagem natural) não é capaz de resolver, como otimizar as nossas rotinas diárias, planear objetivos e resolver problemas de elevada complexidade computacional. A escolha da utilização de Planeamento automático deve-se ao facto de esta poder fornecer ao jogo variabilidade, motivando e atraindo a atenção do jogador. Com o planeamento é possível fornecer ao jogo variações na narrativa de acordo com as escolhas do jogador, deste modo o jogo não fica monótono. Assim, o planeamento pode contribuir para que o jogador tenha um elevado desempenho e entusiasmo na realização das tarefas, e desta forma atingir os objetivos pretendidos.

3.3.1 Cenário Exemplo

Para o cenário a desenvolver, o parque de campismo, será criada uma narrativa que pode ter um final feliz ou desolador mediante as ações do jogador. O principal objetivo deste cenário é despertar a atenção do jogador quanto aos riscos dos incêndios e quais as medidas a tomar para prevenir incêndios. Neste ambiente de campismo o jogador tem de realizar várias tarefas designadamente:

- conhecer as instalações e as regras do parque (e.g estudar a planta do parque para conhecer a localização das saídas, os locais próprios para uso de fogo, as saídas de emergência, os locais de lazer, as zonas de pontos de encontro e a localização de extintores e bocas de incêndio em casos de emergência);
- escolher zonas afastadas de arbustos e materiais inflamáveis para a instalação de tendas;
- verificar se as instalações elétricas e a gás se encontram em bom estado de conservação;
- seleccionar locais próprios para confeção de alimentos (e.g realizar fogueiras em locais adequados para o seu efeito e utilizar botijas de gás de capacidade reduzida);
- desligar equipamentos elétricos e a gás sempre que se ausentem do parque, quando forem descansar ou quando não é necessário;
- depositar os resíduos em locais apropriados para o efeito.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

As tarefas mencionadas anteriormente são as interações que o jogador pode realizar durante o jogo para prevenir incêndios e para concluir o jogo corretamente. Caso este opte por várias ações incorretas (e.g realizar fogueiras em locais inapropriados, abandonar garrafas e outros resíduos no chão) um incêndio deflagra. Sempre que o jogador seleciona uma ação, o planeador usa a informação fornecida, dando alertas de risco de incêndio ou origina um incêndio, para que a narrativa progrida de acordo com a ação selecionada.

Exemplo de uma narrativa possível. Uma narrativa possível é a seguinte: o jogo inicia num dia sereno e muito quente na entrada de um parque de campismo. Na entrada do parque encontra-se um mapa onde se encontram disponibilizadas várias informações relevantes como os locais das instalações e as regras do parque. À entrada do parque, existem tarefas a realizar, sendo apresentado ao jogador duas ações: (1) estudar as regras do parque (2) prosseguir com a estalagem da tenda. O jogador opta por estudar as regras do parque, visto ser uma mais valia conhecer as regras e o ambiente que o rodeia em caso de emergência ou no caso de desconhecer o local onde se encontra, ser mais fácil identificá-lo através das instalações que rodeiam o local.

A narrativa do jogo continua com a análise das regras do parque e seguidamente direciona-o para as zonas possíveis de estalagem de tendas. Ao chegar ao local, encontra uma zona com aglomerados de árvores e vegetação rasteira que proporciona muita sombra durante o dia, enquanto que a outra zona possui árvores dispersas e apresenta poucos locais sombrios. O jogador deve escolher qual dos locais é o melhor para realizar a sua estadia. O jogador seleciona a zona que apresenta mais sombra, e após esta escolha o planeador é acionado verificando a possibilidade de incêndio existente no local. Neste local existe lenha e uma garrafa vazia. O jogador deve remover estes objetos do local, no entanto opta por os deixar no mesmo sítio.

Para a hora de almoço o jogador tem de grelhar carne e cozinhar um arroz. A narrativa do jogo prossegue e questiona o jogador onde pretende realizar a fogueira: (1) criar um espaço no chão e fazer a fogueira (2) digirir-se às churrasqueiras e criar a fogueira. O jogador escolhe realizar a fogueira na churrasqueira. Assim, o jogador desloca-se até ao local de confeção de alimentos onde se encontra a churrasqueira e leva consigo o arroz para cozinhar nos fogões existentes na zona. Na chegada ao local tem de decidir qual botija de gás a utilizar: (1) botija de elevada capacidade ou (2) botija de capacidade reduzida. O jogador opta pela botija mais pequena e começa por fazer o arroz e acender a fogueira na churrasqueira.

Enquanto o jogador confeciona os alimentos, um raio de sol intersecta a garrafa presente ao redor da tenda, desencadeando faíscas provocando um pequeno fogo na vegetação rasteira seca e propaga-se para a lenha materiais ao redor da tenda. O jogador apercebe-se da situação quando vê uma coluna de fumo sair perto da sua tenda. Um incêndio inicia e o jogo termina, pois o jogador não executou as tarefas correctamente para prevenir um

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

incêndio.

Com esta história podemos verificar que o objetivo do jogo não foi cumprido, o principal erro do jogador foi não limpar o local ao redor da tenda. Uma decisão mal tomada pode ter danos fatais para a prevenção de incêndios. Após o jogo terminar é fornecido ao jogador informações de quais os objetos que provocaram o incêndio e o que deverá realizar com estes de forma a que o acontecimento não se repita. Assim, pretende-se que o jogador aprenda com os erros tomados e que retenha a informação que lhe foi fornecida.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Capítulo 4

Método Proposto

4.1 Abordagem Proposta

Este projeto consiste na criação de um jogo sério para plataformas Android ou iOS e desenvolvido na plataforma Unity. Neste jogo será desenvolvido um meio ambiente educativo e interativo que permita ao jogador escolher as melhores opções para prevenir incêndios florestais, o cenário a elaborar é um parque de campismo.

Neste jogo, o comportamento e ações do jogador são preponderantes para a prevenção de incêndio. O comportamento a escolher está dependente da técnica do Planeamento Automático. À medida que o jogador selecciona as opções que acha que são corretas, o jogo vai progredindo mediante o cenário onde este se encontra e de acordo com o planeamento automático.

Por forma a desenvolver este projeto, serão realizadas várias tarefas nomeadamente: o *design* do jogo, o desenvolvimento do jogo através de implementação de código e implementação do Planeamento Automático, realização de testes de validação e aprimoramentos, avaliação do jogo através de utilizadores. De seguida estas tarefas são abordadas com mais detalhe.

4.1.1 Fase 1: *Design* do Jogo

O principal objetivo desta fase de desenvolvimento é permitir que o jogo ofereça ao jogador uma experiência empolgante e motivadora. Assim, para desenvolver esta tarefa é necessário criar um ambiente 3D que seja apelativo e cativador.

O cenário a desenvolver é um parque de campismo. Este ambiente deverá conter zonas arborizadas, vegetação rasteira, locais próprios para confeção de alimentos, áreas de depósito de resíduos, mesas de refeição e áreas de colocação de tendas.

Após a elaboração do cenário serão elaborados um ou mais jogadores adolescentes que irão percorrer o cenário e realizar atividades. A criação das personagens terá uma duração de 1 semana. Seguidamente será criada a interface do utilizador. A interface do utilizador irá permitir uma interação no jogo por parte do utilizador. No início, no fim ou

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

caso pretenda sair do jogo antes dos objetivos concluídos, será apresentado ao utilizador um menu. Nesta fase também se irá realizar uma manipulação da câmara do jogo para acompanhar o utilizador.

4.1.2 Fase 2: Desenvolvimento do Jogo e Planeamento Automático

Esta fase está destinada à implementação de código. Na plataforma Unity o código a desenvolver é na linguagem de programação C#, enquanto que no Planeamento automático será escrito na linguagem PDDL. Através do código implementado será possível interagir com os elementos presentes no jogo e, através do Planeamento automático, o jogador poderá optar por ações que serão preponderantes para concluir os objetivos e que irão proporcionar uma variabilidade na narrativa do jogo de modo a prevenir os incêndios florestais.

Serão definidas várias ações (corretas ou incorretas) que permitam o utilizador escolher uma delas. Cada ação escolhida pelo jogador vai permitir que a narrativa prossiga de acordo com a escolha selecionada. Sempre que o jogador tem de selecionar uma ação a realizar, o planeador encontra-se parado. A ação escolhida vai permitir que o jogo progrida com a ação do Planeamento automático que vai permitir desenrolar uma história de acordo com as atitudes selecionadas pelo jogador. Nesta fase será realizado o mapeamento entre as ações do planeador e o cenário para que quando o planeador sugerir uma determinada ação esta seja visível no cenário.

4.1.3 Fase 3: Testes de Validação e Aprimoramentos

Nesta fase pretende-se avaliar a qualidade do jogo, verificando se o jogo desenvolvido obedece às características idealizadas, se cumpre as funcionalidades impostas pelo utilizador, se é de fácil usabilidade (verificar se o jogo tem uma interface agradável e se o acesso às ações pretendidas é feito de uma forma simples e facilitada) e averiguar se o jogo é eficiente quanto ao seu desempenho no tempo de resposta na execução das funcionalidades.

Após análise dos requisitos referidos anteriormente procede-se à correção das lacunas existentes por forma a resolver os defeitos existentes e aperfeiçoar a aplicação.

4.1.4 Fase 4: Avaliação Final do Jogo

Com esta fase pretende-se avaliar a experiência de utilizadores, a eficiência do jogo através da capacidade de transmissão de novos conteúdos e avaliar o conhecimento dos jogadores. Desta forma, pretende-se realizar três tipos de questionários: um questionário inicial que

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

avalia os conhecimentos prévios do jogador, um questionário intermédio que avalia os conhecimentos do jogador após o jogo e um questionário final onde é avaliada a experiência dos jogadores e a usabilidade do jogo.

O primeiro questionário tenciona avaliar os conhecimentos iniciais dos utilizadores quanto à prevenção de incêndios. Seguidamente os utilizador têm a oportunidade de jogar jogo. Após a experiência dos utilizadores com o jogo, estes são questionados novamente com as questões do primeiro questionário para verificar se os jogadores adquiriam informações sobre a prevenção de incêndios. Por último, o terceiro questionário pretende avaliar a opinião dos utilizadores acerca da sua experiência e usabilidade do jogo: se o jogo é adequado para educar a população na prevenção de incêndios, se as simulações interactivas contribuem para a mudança da atitude da população, se apresenta um bom desempenho na execução de tarefas impostas pelo jogador e se consideram o jogo imersivo e motivador.

Na avaliação deste jogo foram inquiridos utilizadores numa faixa etária de 18 anos ou mais. Com a opinião deste público pretende-se avaliar os conhecimentos de vários utilizadores e determinar se o jogo influencia a população na adoção de boas práticas quanto à prevenção de incêndios.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Capítulo 5

Design do Jogo

5.1 Introdução

O principal objetivo de um jogo é cativar o utilizador para que este consiga cumprir com os objetivos propostos. As categorias mais importantes no desenvolvimento de um jogo são o seu *design* e as suas interfaces gráficas segundo Schell [Scho8]. Isto verifica-se porque é o primeiro contacto que o jogador tem com o jogo, sendo o *design* e as interfaces preponderantes no processo do utilizador prosseguir com o jogo ou desistir.

O primeiro contacto pode desmotivar o jogador pelo facto de o *design* do jogo ser pouco apelativo, sem cores ou por as interfaces gráficas serem aborrecidas, cansativas e de difícil compreensão.

Tendo em conta que a fase do *design* do jogo é fulcral para conquistar um jogador, este capítulo pretende explicar o processo de criação do cenário, bem como as decisões tomadas para o uso de *assets* adequados para o parque de campismo e o processo de escolha da personagem principal.

Por fim, é esclarecido como se procedeu a criação das interfaces gráficas bem como se comporta a câmara presente no jogo.

5.2 Elaboração do Cenário

Para atrair a atenção dos jogadores e tornar a experiência do jogo mais atraente e divertida, desenvolveu-se um ambiente 3D que consiste num parque de campismo. Este parque contém zonas de campismo, zonas de confeção de alimentos e áreas de lazer. Mediante as ações dos utilizadores realizadas nestas áreas, estas podem ser propensas a incêndios ou seguras mediante a tarefa que estão a realizar.

O cenário do parque de campismo foi criado através de vários *assets* presentes na loja do Unity [Uni21a] e cada imagem contida nos botões das interfaces gráficas está presente na plataforma Flaticon [Fre21b].

Na loja do Unity foi possível transferir *assets* que permitiram modelar o jogo e desenvolver

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

o meio ambiente. Estes cont3m sobretudo texturas, materiais, modelos e anima33es, que podem ser criados em outras plataformas externas ao Unity como 3D Models, Blender e Maya. A loja do Unity possui uma vasta gama de *assets* gratuitos relacionados com o mesmo objecto. Para a sele33o de modelos a utilizar no jogo, optou-se pelos que eram mais semelhantes com a vida real e pelo facto de serem de f3cil identifica33o por qualquer indiv3duo. Utilizar estes modelos atrativos e familiares permitir3 que o jogo seja apelativo o que sucinta o interesse dos jogadores enquanto estes aprendem sobre a tem3tica da preven33o de inc3ndios.

Desta forma, para produzir um ambiente caracter3stico de um parque de campismo foram utilizados os *assets* presentes nas tabelas 5.1 e 5.2. Nestas, podemos visualizar resumidamente as particularidades de cada *asset* utilizado bem como a sua utilidade no ambiente a produzir. O desenvolvimento do meio ambiente foi sendo melhorado ao longo da evolu33o do projeto.

Jogo Séri0 para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 5.1: Caraterísticas de cada *asset* utilizado bem como o motivo de escolha para o meio ambiente desenvolvido.

Nome do Asset	Caraterísticas	Utilidade no cenário
<i>Parks and Nature Pack [Gam17]</i>	Possui diferentes variedades de vegetação, árvores, rochas, plantas, lenha e bancos que aparentam a realidade.	Utilizado para colocar vegetação, rochas e árvores no cenário para tornar o ambiente mais verde e elucidativo a um parque.
<i>Tents [Vis18]</i>	Contém tendas com diferentes tipos texturas e materiais, para se destacarem umas em relação às outras.	Devido às particularidades existentes nas tendas, estas foram utilizadas para formar a área de campismo.
<i>Plastic Trash Bins [Spa21b]</i>	Integra um conjunto de caixotes do lixo de plástico de várias cores.	Graças igualdade que estes modelos têm com os típicos caixotes de reciclagem, foi utilizado um dos modelos para servir como depósito de resíduos do parque.
<i>Plastic Chair and Table Set [Spa21a]</i>	Dispõe de uma variedade de mesas e cadeiras de plástico com diferentes texturas que, podem ser usadas em ambientes ensolarados ou em ambientes pobres/abandonados.	As texturas existentes nas mesas e cadeiras chamam atenção de quem as vê e, por isso foram utilizadas para dar mais cor e vivacidade ao ambiente na zona de confeção de alimentos.
<i>Raw Wooden Furniture [Amb20]</i>	Asset que oferece um conjunto de mobiliário em madeira, contendo mesas, cadeiras, bancos e um armário, sendo caraterizado pela sua simples textura e suavidade.	As mesas e os bancos foram aplicadas no cenário pelas particulares semelhanças que contêm com as mesas e bancos de parques de campismo.
<i>The Free Medieval and War Props [Ing21]</i>	Caraterizado pela diversidade de objectos e peças usadas em ambientes medievais. Dispondo de lanternas, barris, um poço antigo, diferentes tipos de fogueiras e utensílios para cozinhar.	Este <i>asset</i> foi útil para o cenário pois com o poço, pretendeu-se criar o reservatório de água, os utensílios de cozinha foram adequados para criar a área de cozinhar no chão e, por fim os modelos das fogueiras foram adequadas para criar as fogueiras para grelhar e cozinhar.
<i>Explosive Package [Rem18]</i>	Disponibiliza modelos como: latas de gás, botijas de propano de diferentes dimensões e jarricas de combustível.	Tendo em conta que as botijas de propano se assemelham com às botijas do mundo real, estas foram aproveitadas para equipar um fogão industrial criado manualmente no editor do Unity.
<i>Hand-Painted Fountain [Pet15]</i>	Contém um único modelo correspondente a uma fonte de água que pode servir tanto para um ambiente 2D, 3D ou para um ambiente de realidade virtual.	O modelo presente neste <i>asset</i> serviu para embelezar o ambiente do parque e proporcionar mais um local com a existência de água.
<i>RPG Food and Drinks Pack [Hol18]</i>	Asset que inclui 15 modelos de comida e bebida. Cada modelo possui 4 fases diferentes, que representam o modelo à medida que este é comido. Neste <i>asset</i> há modelos das bebidas (vinho e cerveja) e alimentação (peixe, carne, fruta, pão, queijos e presuntos).	Os modelos utilizados no ambiente de desenvolvimento foram os da alimentação, designadamente os de carne e peixe, que permitiram preencher os pratos de refeição.

Jogo SériO para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 5.2: Continuação da tabela 5.1 referindo as características de cada *asset* utilizado bem como o motivo de escolha para o meio ambiente desenvolvido.

Nome do Asset	Caraterísticas	Utilidade no cenário
<i>Food and Kitchen Props Pack</i> [Iva19]	Asset caraterizado pela diversidade de equipamentos usados habitualmente para preencher uma mesa como: pratos, talheres, copos, comida e ainda peças de fruta.	Com o conteúdo presente neste <i>asset</i> desenvolveram-se os pratos de refeição presentes no jogo, que são idênticos ao da vida real.
<i>Free casual Food Pack</i> [Lum17]	Asset aconselhado e otimizado para ser usado em ambientes de desenvolvimento para aplicações móveis. Dispõe de 50 modelos correspondendo a frutas, bebidas, legumes e pratos que já possuem comida como: <i>pizza</i> , <i>chili</i> , massa, arroz e omeletes.	Para o cenário a desenvolver foram utilizados 2 modelos (arroz e massa) para acrescentar aos pratos de refeições.
<i>Lovely Animals Pack</i> [JKT19]	Disponibiliza 6 tipos de modelos de animais diferentes contendo várias animações associadas a estes.	Deste <i>asset</i> , foram utilizados os 2 modelos dos patos que permitiram preencher um lago presente no cenário para enriquecer o cenário.
<i>Stylize Water Texture</i> [Low19]	Possui unicamente uma textura que representa a água.	A textura presente neste <i>asset</i> foi utilizada para criar um lago, para incorporar uma fonte existente no cenário e ainda incorporar o poço usado no cenário.
<i>Free Beach Essentials Asset Pack</i> [Fer18]	Tem modelos caraterísticos de férias e de praia. Os modelos relacionados com a praia são: uma torre de nadador salvador, cadeiras de praia, pranchas de surf, guarda sóis e bóias. Já os modelos alusivos a férias são: rede de voleibol, bolas, cadeiras de madeira e de plástico e ainda mesas de campismo.	Os modelos referentes a tema das férias foram aplicados em áreas de lazer do parque, para existir uma diversidade de objectos existentes no parque de campismo.
<i>Menu Chack Board</i> [Lun18]	Oferece dois típicos quadros caraterísticos de menus de restaurantes. Estes modelos estão otimizados para um ambiente de realidade virtual ou para aplicações móveis.	Devido à semelhança que estes quadros apresentam com as placas informativas, estes foram usados para identificar os diferentes tipos de zonas do parque de campismo.
<i>Low Poly Playground</i> [9T521]	Asset baseado no tema de um parque infantil que dispõe de 45 modelos. Apresenta 6 indivíduos sendo estes do sexo feminino e masculino. Os restantes modelos são alusivos a um parque infantil.	Os modelos relacionados com o parque foram úteis para completar a área de lazer do jogo e desta forma dar energia ao jogo através das cores presentes nos modelos.

Alguns dos modelos presentes nos *assets* transferidos foram modificados quanto às suas propriedades (por exemplo a cor), para que estes se enquadrassem melhor com o cenário em questão. Por outro lado, foram elaborados objetos no editor do Unity que estavam em falta na loja ou pelo facto de serem *assets* pagos. Os objetos desenvolvidos foram: um fogão industrial, uma grelha de chão, as formas da água existentes nos baldes, no poço,

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

na fonte e no lago, partículas azuis que representam água, o vento, os focos de luz que representam os locais onde se podem completar as missões e por fim, o chão do cenário.

O chão correspondente à base do cenário é um *gameobject* 3D, nomeadamente um Terrain que permite seleccionar o tamanho do objecto, possibilita criar deformações no terreno (para que não seja um retângulo/quadrado uniforme) e contém a funcionalidade *Paint Trees* que facilita a colocação de vegetação, rochas e árvores de uma forma mais facilitada ao longo de todo o terreno.

Perante o trabalho desenvolvido foi possível produzir um espaço alusivo à instalação de tendas. Cada área referente à instalação de tendas é única para maior poder de escolha do jogador. Este local dispõe de lugares para a instalação de tendas com a presença de resíduos, vegetação, ou objectos combustíveis. Por outro lado existem locais luminosos e outros sombrios. Desta forma, o jogador pode optar por um destes espaços para realizar a sua estadia. Esta zona dispõe de objetos onde se podem depositar resíduos, possui bancos à disposição e ainda locais com sombra. Os locais possíveis onde o jogador pode instalar a sua tenda, contém um foco de luz que possibilita ao jogador observar as diferentes áreas e optar por uma. Na figura 5.1 podemos visualizar a zona correspondente à instalação de tendas, através de uma visão aérea.



Figura 5.1: Representa o área de campismo onde o jogador pode instalar a tenda.

Seguidamente segue-se a área de confeção de alimentos que contém diferentes lugares onde há a possibilidade de cozinhar, realizar grelhados, lavar louça, depositar resíduos e obter água através de um reservatório. Para a confeção de alimentos existem dois locais disponíveis. O primeiro corresponde a um local ao ar livre com alguma vegetação ao seu redor. Para preparar os alimentos neste sítio é necessário criar uma fogueira no chão. No segundo local existe um pequeno fogão industrial, o qual requer a utilização de uma botija de gás.

Para a elaboração de grelhados, existe um local descampado com uma grelha adequada, sendo necessário criar uma fogueira no chão. O outro espaço disponível é uma churrasqueira, onde também é necessário criar uma fogueira. No entanto, este espaço impede que a fogueira se alastre e impossibilita a saída de fagulhas para o meio ambiente. A extinção de fogueiras faz-se com baldes de água disponíveis no reservatório de água presente no

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

local.

Por último, este local possui diversas mesas onde o jogador pode comer, um lava louça para lavar os pratos utilizados e um caixote do lixo para depositar os resíduos utilizados.

Nesta área o utilizador deve ter sempre em consideração os locais onde pretende realizar tarefas para concluir os desafios por forma a prevenir incêndios. A figura 5.2 ilustra o local onde é permitido realizar as tarefas descritas anteriormente.



Figura 5.2: Representação gráfica da visão aérea que ilustra a área de confeitaria de alimentos.

A terceira e última área do cenário corresponde a um local de diversão. Este local foi adicionado por forma a embelezar o cenário e tornar o parque de campismo mais realístico.

Esta zona apresenta vários locais onde o jogador se pode sentar e apreciar o meio ambiente, observando ao seu redor um lago com animais, pode praticar exercício físico no pequeno campo de voleibol existente ou aproveitar o parque de diversões presente no local. A figura 5.3 exemplifica o local referido anteriormente.



Figura 5.3: Exemplifica a área de lazer presente no parque de campismo.

5.3 Personagens do Jogo

5.3.1 Personagem Principal

Por forma a que o jogo seja mais imersivo, desenvolveu-se a personagem principal do cenário. Esta é controlada pelo utilizador para que este se abstraia da sua realidade e se sinta imerso, entrando numa realidade paralela devido ao controlo que o utilizador tem sobre a personagem. Assim, esta personagem tem a capacidade de inserir o utilizador num espaço virtual onde é possível interagir e manipular objetos alterando o cenário presente.

Para escolher a personagem principal do jogo foram analisados modelos de diferentes lojas como: a TurboSquid [Mat21], Free 3D [Fre21a], Cgtrader [Mar21], Unity Asset Store e Mixamo [Spa21b]. Sendo a personagem principal, um factor preponderante a seleccionar no jogo, foram tomadas algumas decisões em relação aos modelos presentes nas lojas por forma a escolher qual a personagem ideal. Assim, observando o conteúdo existente podemos concluir o seguinte:

- a loja TurboSquid apresenta inúmeros modelos compatíveis com vários editores de jogos e em vários formatos. No entanto os modelos gratuitos e disponíveis para o Unity eram escassos e as personagens não se identificam com a realidade, motivando a eliminação desta loja para a escolha do modelo;
- quanto à loja Free3D, caracterizada pela capacidade de conter inúmeros modelos 3D prontos a utilizar em jogos e caracterizada pela popularidade da categoria de personagens 3D, foi excluída devido ao facto de os modelos das personagens existentes serem, na sua maioria, idênticos com personagens de *anime* ou por não exibirem feições humanas;
- a loja Cgtrader é qualificada e avaliada positivamente pelos seus inúmeros modelos equivalentes à realidade do mundo atual. Apesar destes aspetos determinantes para a escolha da personagem, os adereços que os modelos possuíam não se enquadravam com o meio ambiente do jogo, daí esta loja ter sido eliminada para a seleção da personagem;
- a loja do Unity, dispõe de diferentes modelos. Inicialmente um dos modelos presentes no Asset Human Characters [Wol20] foi utilizado. Após alguns testes com a personagem em causa verificou-se uma anomalia no seu desempenho ao andar (parte do meio ambiente ficava visível no corpo da personagem à medida que esta se movimentava ou desempenhava alguma animação correspondente). Em relação aos restantes modelos existentes, eram básicos e não apelavam a atenção do observador, sendo desta forma a loja do Unity descartada para a escolha do jogador;
- a loja Mixamo é uma plataforma *online* e gratuita que permite realizar o *download* de personagens (nos formatos *.fbx*, *.obj*, ou *.zip*) e personalizá-las de acordo com

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

o diversos ficheiros de anima33o presentes nela. As personagens existentes neste servi33o s3o id3nticas 3 realidade e por sua vez existe a possibilidade de anim3-las de acordo com o modelo correspondente. Esta foi a plataforma escolhida para seleccionar a personagem do jogo.

De entre as lojas referidas, o modelo seleccionado para desempenhar a personagem principal foi a representada na figura 5.4 designada por Sophie no Mixamo [Ste21]. As anima33es utilizadas (andar, relaxar, apanhar objetos e comer) foram transferidas da plataforma.



Figura 5.4: Personagem principal do jogo.

5.3.2 Personagens secund3rias

De modo a que o jogo seja mais realista, foram colocadas mais personagens no meio ambiente. O objetivo da inser33o destas 3: elucidar o jogador de que n3o se encontra sozinho e que, no caso de inc3ndio, para al3m de danificar o meio ambiente tamb3m coloca em risco a vida das restantes pessoas que se encontram no parque e pelo facto de o cen3rio ser mais id3ntico com a realidade.

As personagens secund3rias presentes no jogo n3o desempenham qualquer fun33o no jogo. Estas possuem apenas anima33es para n3o serem indiv3duos est3ticos. Os modelos destas personagens e as suas anima33es foram transferidas da plataforma Mixamo. Na figura 5.5 podemos ver as diferentes personagens utilizadas para incorporar o jogo, sendo estas Shannon, Jody e Bryce conforme designadas no Mixamo[Ste21]:

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais



(a) Shannon [Ste21].



(b) Jody [Ste21].



(c) Bryce [Ste21].

Figura 5.5: Representa as personagens secundárias do jogo.

A personagem Shannon encontra-se equipada desportivamente uma vez que no cenário está a realizar exercício físico na área de lazer e, as restantes personagens encontram-se a relaxar ou a conversar na área de campismo e de confeção de alimentos.

5.4 Interface do Utilizador

O principal objectivo das interfaces gráficas num jogo é proporcionar acessibilidade, imersão, estética e motivação através do controlo e *feedback*, atraindo a atenção do jogador.

O controlo do jogo é o *input* do utilizador que permite ao jogador desencadear ações e ter progresso no jogo. Já o *feedback* do jogo é o que concede informações ao jogador nomeadamente: objectivos do jogo, pontuação, duração e o progresso do jogo. Estas informações são úteis para o jogador definir o seu plano e atingir com mais facilidade o objetivo do jogo (ganhar).

Ao longo da evolução do jogo, o jogador depara-se com diversas interfaces que representam ações e informações que permitem o desenrolar deste.

De seguida são expostas as diferentes interfaces do jogo e o funcionamento da câmara do jogo.

5.4.1 Interface Inicial

Na abertura do jogo, o jogador é apresentado com uma interface inicial que lhe dá a possibilidade de iniciar o jogo. Esta interface contém o jogador principal, um ambiente de fundo e apresenta a interface interativa.

Esta interface dispõe de 4 botões interativos: iniciar jogo, ver instruções, sair e alterar o idioma. Contém um botão que apenas é visível quando o jogador não tem acesso à Internet, impedindo que o jogo inicie. Na figura 5.6 podemos visualizar a interface inicial e como esta se comporta quando tem acesso à Internet ou não com os respetivos botões.



Figura 5.6: Representa a interface inicial aquando abertura do jogo.

O botão “Instruções” tem como funcionalidade apresentar ao jogador qual o objectivo do jogo e ensiná-lo a jogar. Na interface, é apresentada uma ideia geral de qual é o principal objectivo do jogo para contextualizar o jogador e é exibido o funcionamento do jogo através de detalhes acerca da utilidade de cada botão. Todas as informações presentes nesta interface de instruções são frases breves e curtas para não aborrecer o utilizador e são de fácil compreensão para que os jogadores consigam perceber o que fazer para alcançar o objetivo. A figura 5.7 apresenta parte das instruções presentes no jogo.

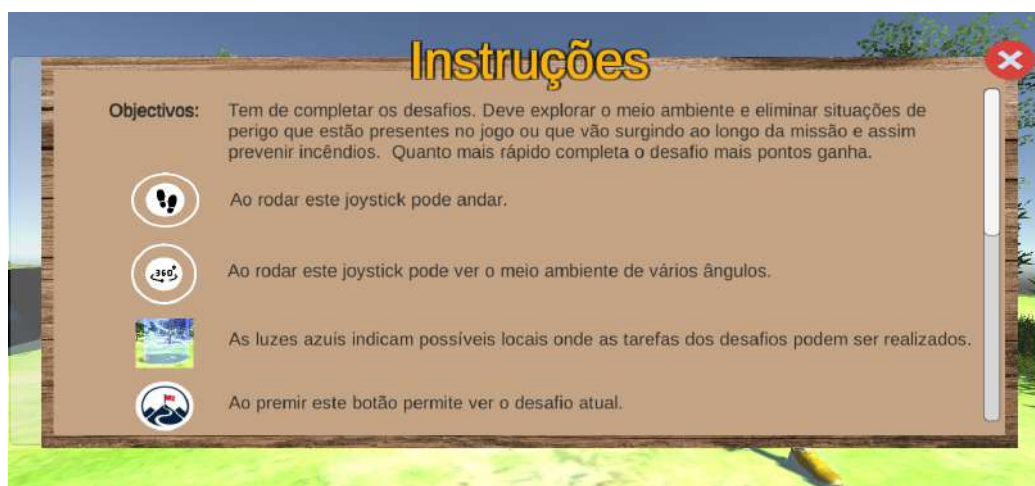


Figura 5.7: Representa a interface que permite explicar ao jogador como é que se joga o jogo, através de uma página de instruções.

O jogo encontra-se implementado em dois idiomas diferentes, português e inglês. A ideia deste jogo ser *multilanguage* deve-se ao facto deste jogo poder ter maior alcance na adesão

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

de pessoas. Por isso, é benéfico conseguir que este jogo consiga alcançar e ensinar várias pessoas de diferentes nacionalidades quanto à prevenção de incêndios florestais.

Para realizar a alteração do idioma do jogo procedeu-se com a transferência do *asset* Multilang [Ham20] que disponibiliza um guião do processo de tradução para diferentes tipos de linguagem.

Para o jogador ter acesso às diferentes linguagens disponíveis foi utilizado um *DropDown* com a possibilidade do jogador escolher a sua linguagem de preferência. A figura 5.8 exemplifica as opções existentes de idiomas que se podem selecionar.



Figura 5.8: Representa o Dropdown para a seleção do idioma do jogo.

5.4.2 Ecrã Principal

O ecrã principal do jogo é composto por vários elementos que fazem parte da interface gráfica que, permitem a interação entre o jogador e o jogo. Estas interfaces fornecem informações ao jogador acerca do seu desempenho e das tarefas que realiza. Na figura 5.9 podemos visualizar o ecrã principal do jogo. Seguidamente é exposto qual o objetivo de cada componente presente no ecrã principal.



Figura 5.9: Apresenta o ecrã principal do jogo.

5.4.2.1 *Virtuals Joysticks*

É constituído por dois *virtuals joysticks*, um permite que o jogador ande e o outro possibilita o controlo da câmara do jogo. Estes fazem parte do *asset Joystick Pack* presente na loja do Unity [Fen19]. A figura interior de cada *joystick* foi alterada para ser perceptível ao utilizador o que faz cada um. As imagens contidas nestes fazem parte da plataforma Flaticon [Fre21b].

Para que a personagem principal se mova, o jogador necessita de interagir com o *joystick* que é constituído por dois círculos, um interior e um exterior, devendo deslizar o círculo interior ao longo do círculo exterior. Deslizando o círculo para a frente a personagem anda para a frente, deslizando o círculo para a base irá andar para trás, deslizando para a direita ou para a esquerda irá mover-se nessa direção. Para a personagem parar de andar necessita de deixar de deslizar o círculo interior, este retornará ao estado inicial (no meio) e a personagem pára de andar. Este *joystick* encontra-se ilustrado na figura 5.10a.

O *joystick* de controlo da câmara funciona de forma semelhante ao anterior. À medida que o jogador movimentava o círculo interior em relação ao círculo exterior permite que a câmara se movimente em todos os ângulos apresentando o cenário ao redor do jogador de acordo com a direção indicada no *joystick*. Para deixar a rotação da câmara no estado inicial basta deixar de deslizar o círculo interior e a rotação da câmara voltará ao ponto inicial. A figura 5.10b representa o *joystick* destinado para o controlo da rotação da câmara.



(a) Joystick para a personagem andar.



(b) Joystick para rodar a câmara

Figura 5.10: Joysticks destinados para andar com a personagem e rodar a câmara do jogo.

5.4.2.2 *Botões interativos*

O ecrã inicial dispõe de 6 botões principais que permitem ao jogador realizar diferentes tipos de tarefas.

O primeiro botão, 5.11a, corresponde à tarefa de comer. Apenas funciona quando o jo-

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

gador tem a sua comida pronta e quando este está próximo do prato. Quando o jogador pressiona o botão e obedece aos requisitos anteriores, a animação de comer é desencadeada. Caso as condições não estejam em vigor, uma informação instantânea é apresentada ao jogador avisando-o de que não existe comida para comer ou caso exista, aparece um aviso de que o jogador está longe do prato.

O segundo botão, 5.11b, diz respeito à tarefa de depositar resíduos em caixotes do lixo. O jogador apenas consegue depositar resíduos no lixo se estiver próximo de um caixote do lixo e com um objeto presente na sua mão, caso contrário uma informação breve é apresentada de que não tem objetos para depositar no lixo.

O terceiro botão, 5.11c, refere-se à funcionalidade de apanhar objetos do chão para seguidamente serem depositados no lixo. O uso deste botão apenas é possível quando o jogador se encontra próximo do objeto a apanhar. De outra maneira, é apresentada uma indicação de que não existem objetos para apanhar.

O quarto botão, 5.11d, corresponde ao botão de eliminar a vegetação ou lenha existente ao redor do local onde a tenda do jogador é posicionada. Funciona quando o jogador está muito próximo da vegetação ou lenha. Caso não se encontre nestas condições uma informação é despoletada de que não existe vegetação para remover do local.

O quinto botão, 5.11e, permite visualizar um mapa aéreo onde o jogador consegue ver a sua localização e verificar onde existem missões por realizar, permitindo assim, que o jogador realize o seu próprio plano para concluir os objetivos do jogo.

O último botão permite ocultar os restantes 5 botões, para que o ecrã principal não esteja sobrecarregado, sendo opção do jogador se pretende ter os botões anteriores à vista ou não. Este é visível na figura 5.11f.



Figura 5.11: Representa os diferentes botões disponíveis para a execução de tarefas.

No canto superior direito do ecrã principal existe um botão que permite colocar pausa no jogo. Todas as ações que estavam a decorrer são colocadas em pausa, assim como o tempo do desafio. Ao pressionar o botão 5.12a, uma interface aparece colocando o jogo em segundo plano, visível na figura 5.12b. Esta interface contém 4 botões que têm como finalidade retomar o jogo, visualizar as instruções do jogo, regressar ao menu e sair do jogo.



Figura 5.12: Ilustra o botão e interfaces associadas à pausa do jogo.

5.4.2.3 Interfaces Informativas

Para o jogador estar a par do seu progresso criou-se um conjunto de informações, existente no canto superior esquerdo, que permitem ao jogador ter conhecimento acerca da sua evolução. Nesta interface existem detalhes acerca da pontuação do jogador, do cronómetro, de qual o desafio que está a realizar e um botão onde pode visualizar as tarefas que deve realizar para o completar. A figura 5.13 representa a interface referida anteriormente.



Figura 5.13: Interface que comunica a pontuação do jogo, o tempo associado ao desafio e qual o desafio que está a realizar.

Em cada desafio existe um tempo específico, que vai decrescendo à medida que o jogo avança. Quanto mais rápido o jogador conclui o desafio, mais pontos ganha, somando-os aos pontos já existentes.

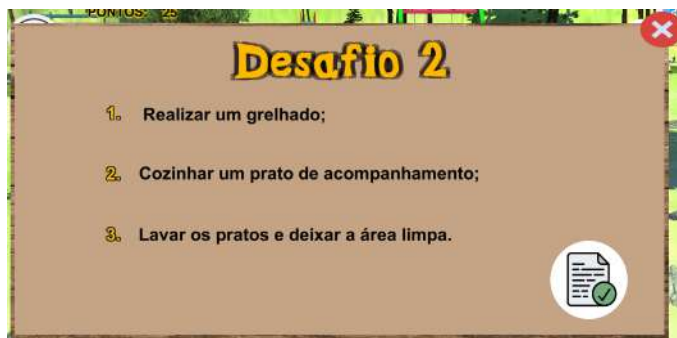
O botão, 5.14a, ao ser pressionado permite visualizar as tarefas correspondentes ao desafio em questão. Estas tarefas podem ser visualizadas na interface dos desafios, 5.14b. Esta contém as informações relativas às tarefas a realizar e um botão, no canto inferior direito, que o jogador deve pressionar quando, a seu ver tem o desafio concluído.

O jogador ao pressionar o botão completar o desafio, 5.15a, e é-lhe apresentada uma janela de diálogo, 5.15b, onde pode reforçar a ideia de que o desafio está completo pressionando

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais



(a) Botão de ver o desafio.



(b) Interface que representa as tarefas do desafio.

Figura 5.14: Ilustra o botão e a interface correspondente ao desafio.

o botão verde, ou caso o jogador ache que ainda não está completo pode pressionar o botão vermelho.



(a) Botão de completar o desafio.



(b) Interface de diálogo associada ao botão.

Figura 5.15: Representa o botão e a interface correspondente à ideia de que o desafio se encontra completo.

Já no canto superior direito do ecrã principal, existe outro conjunto de informações. O principal objectivo destas é dar *feedback* ao jogador acerca das suas ações. Esta interface é relevante uma vez que consegue alertar e apresentar ao jogador se existe a possibilidade de incêndio ou não.

A interface que contém estas informações ajuda o utilizador a conseguir alcançar o objectivo final e finalizar o jogo com sucesso. Esta interface é moldável, ou seja, o conteúdo escrito e a imagem do botão alteram consoante haja ou não a possibilidade de incêndio no parque de campismo. Esta é constituída por um botão onde o jogador pode visualizar informações se existe risco de inêndio ou não de acordo com as suas tarefas.

As interfaces associadas à possibilidade de incêndio são as que se encontram nas figuras 5.16a e 5.16b. Já as interfaces relativas à impossibilidade de risco de incêndio são as ilustradas nas figuras 5.17a e 5.17b.

Jogo Sérioo para Prevenção de Fogos Florestais

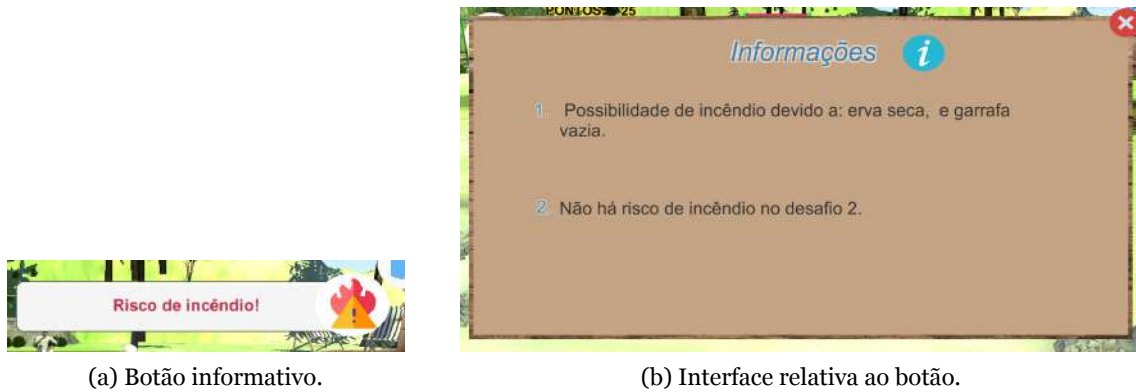


Figura 5.16: Interfaces associadas ao risco de incêndio.

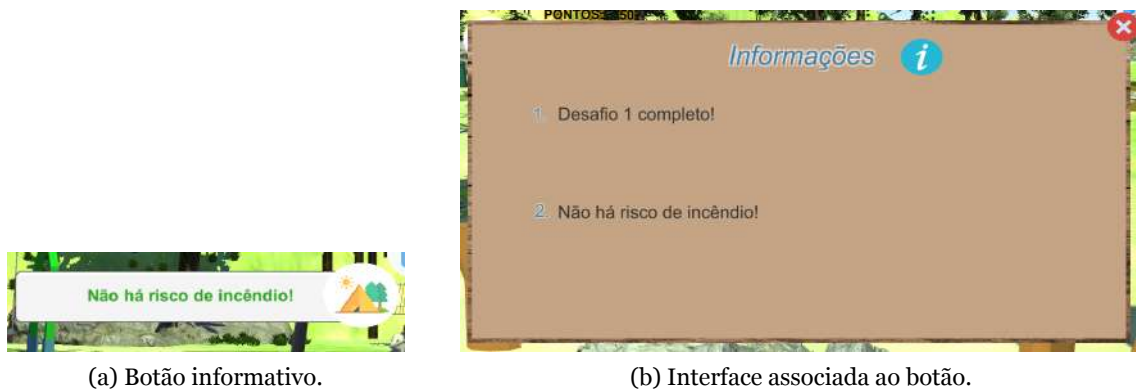


Figura 5.17: Interfaces relativas à impossibilidade de risco de incêndio.

5.4.3 Interfaces Secundárias

À medida que o jogo avança, o jogador depara-se com diferentes tipos de interfaces gráficas que permitem realizar tarefas presentes nos desafios e desta forma modificar o meio ambiente. Estas interfaces surgem maioritariamente quando o jogador intersecta as luzes azuis existentes no jogo. As luzes azuis são marcadores que possibilitam ao jogador escolher o local onde pretende realizar determinadas tarefas, permitindo ainda consultar as tarefas dos desafios que ainda estão por concluir. Na figura 5.18 conseguimos ver os marcadores de missões presentes no jogo.



Figura 5.18: Exemplo de um local com a luz azul a indicar uma tarefa por concluir.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

As interfaces que surgem ao longo do jogo contêm sempre duas opções. O jogador deve seleccionar uma delas para concluir uma tarefa. Tendo em conta que existem várias luzes azuis presentes no jogo, o jogador deve optar pela área mais segura para prevenir incêndios. Caso o jogador não pretenda completar a tarefa naquele local, basta pressionar o botão da cruz e a tarefa naquele sítio é fechada temporariamente. Caso o jogador decida mais tarde voltar ao mesmo local, a interface é exibida novamente. Na figura 5.19 é apresentada a interface gráfica correspondente ao referido anteriormente.



Figura 5.19: Interface secundária que permite realizar uma tarefa do desafio.

5.4.4 Interfaces Finais

As interfaces finais do jogo correspondem às interfaces gráficas aquando o jogador perde o jogo, ganha e quando deixa terminar o tempo antes da conclusão do desafio.

A interface que demonstra que o jogador perdeu o jogo, pretende transmitir ao jogador qual o motivo que levou à perda do jogo, dando-lhe um conselho de como deve proceder perante determinadas situações para evitar incêndios. Nesta interface encontra-se uma breve descrição acerca do desempenho do jogador ao longo do jogo. Em segundo plano encontra-se o cenário do parque de campismo com o local onde um incêndio se desencadeou. A interface dispõe de 3 botões com os quais o jogador pode iniciar o jogo, voltar ao ecrã inicial ou sair do jogo.

A figura 5.20 ilustra uma interface exemplo de quando o jogador perde o jogo.

Outra interface distinta que permite terminar o jogo, é a interface do tempo, que indica ao jogador que não terminou o desafio no tempo adequado. Cada desafio tem um tempo fixo que, à medida que o jogo progride, o tempo vai decrescendo até chegar aos zero segundos. Ao chegar a este valor a interface de tempo terminado é apresentada e o jogador consegue visualizar no plano de fundo quais as tarefas que ficaram por concluir através das luzes azuis presentes no meio ambiente. À semelhança da interface anterior, também dispõe dos 3 botões com as mesmas funcionalidades. Na figura 5.21 podemos visualizar

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais



Figura 5.20: Interface que indica ao jogador que perdeu o jogo.

a interface referente ao tempo terminado.



Figura 5.21: Interface que indica ao jogador que perdeu o jogo devido ao tempo ter terminado.

Por fim, a interface que todos os jogadores ambicionam visualizar, a interface da “Vitória”. Esta é exibida quando o jogador completa os desafios propostos ao longo do jogo sem causar perigo de incêndio no parque e dentro do tempo limite do jogo. É referido ao jogador qual o desempenho deste ao longo do decorrer do jogo e o que deve melhorar para atingir uma melhor pontuação. A interface contém igualmente os 3 botões referidos nas interfaces anteriores. A figura 5.22 exhibe a interface associada à vitória do jogador.

5.4.5 Câmara do Jogo

A câmara presente no jogo permite visualizar o cenário ao redor do jogador. À medida que o jogador se movimenta, a câmara persegue-o com a finalidade de apresentar o melhor ângulo possível do jogo por forma a exibir as ações realizadas pelo jogador e o mostrar o ambiente ao seu redor.

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais



Figura 5.22: Interface que indica ao jogador que ganhou o jogo.

A câmara possibilita que o utilizador tenha uma perspectiva acerca da distância onde se encontram os objectos à medida que se movimenta no cenário. Esta segue a personagem principal num plano mais afastado para o jogador poder visualizar com pormenor os detalhes que se encontram ao alcance do jogador como podemos visualizar na figura 6.4a.

Por outro lado foi criada na mesma câmara uma perspectiva de terceira pessoa cujo principal objectivo é ter uma visão do ambiente em diferentes ângulos sem alterar a posição do jogador e de forma a que o utilizador consiga visualizar a personagem que controla na sua totalidade. Esta câmara é controlada através de um *joystick* que proporciona a rotação da câmara em diversos ângulos. Na figura 6.4b podemos ver a perspectiva do jogo com um ângulo diferente através da rotação do *joystick*.



(a) Perspectiva normal da câmara.



(b) Perspectiva da câmara de um ângulo diferente.

Figura 5.23: As diferentes perspectivas que a câmara do jogo pode ter.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Cap3tulo 6

Desenvolvimento do Jogo e Planeamento Autom3tico

Este cap3tulo pretende descrever como funcionam todos os componentes presentes no jogo e como se processa cada tarefa para desencadear o enredo do jogo. Assim, 3 apresentada uma narrativa que explica o que o jogador deve realizar para evitar perder o jogo e alcan3ar o principal objetivo (terminar os desafios prevenindo inc3ndios).

Seguidamente s3o abordados os processos envolvidos no desenvolvimento de cada componente e tarefas a realizar, atrav3s da explica33o da sua implementa33o e a sua demonstra33o mediante imagens ilustrativas e excertos de c3digo .

Por fim, o planeamento autom3tico 3 utilizado para averiguar se h3 inc3ndio em determinados locais do jogo ou se h3 a sua possibilidade, de acordo com as tarefas que o jogador executa. Assim, neste cap3tulo 3 descrito como se processa a sua implementa33o e como s3o definidos os seus dom3nios e os problemas.

6.1 Narrativa do Jogo

Ao jogador 3-lhe permitido desenvolver a sua pr3pria hist3ria, isto 3, o jogador tem a possibilidade de tomar decis3es que afetam o desenrolar do jogo. As escolhas do jogador potencializam uma progress3o na narrativa distinta que, por sua vez conduzir3 a diferentes finais poss3veis de acordo com as escolhas realizadas.

As escolhas e as intera33es do jogador ter3o repercuss3es no progresso do jogo, as quais poder3o resultar na preven33o de inc3ndios ou na sua deflagra33o. O jogador 3 livre de cometer erros, sendo que 3 medida que o jogo avança s3o fornecidas informa33es de como deve prevenir inc3ndios naquele local, para concluir o jogo atrav3s da realiza33o de t3cnicas de seguran3a ao longo do procedimento das suas tarefas.

O jogador deve obedecer 3s regras existentes no parque de campismo para prevenir o desastre e concluir o jogo sem cometer erros. Caso opte por a33es incorretas poder3 surgir um inc3ndio ou um aviso a indicar a possibilidade de inc3ndio. Neste 3ltimo caso o jogador pode tentar corrigir o problema atempadamente. Se a escolha do jogador n3o for a correta, o planeador analisa o cen3rio e verifica que existe risco de inc3ndio, neste caso o jogador deve corrigir o problema atempadamente, caso contr3rio um inc3ndio desencadear-

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

se-á no local. Por outro lado, se o jogador optar por ações que sejam conducentes para os incêndios, o jogo terminará imediatamente. No caso do jogador desempenhar as suas tarefas corretamente a *User Interface* (UI) de ganhar o jogo é exibida.

Este jogo possui um *score* cujo principal objectivo é avaliar o desempenho do jogador à medida que este conclui os desafios. Para cada desafio existe um tempo definido para a sua conclusão. Este *score* é avaliado através da rapidez com que o jogador termina o jogo. Assim, quanto mais rápido for a terminar o desafio, mais pontos o jogador ganha.

6.1.1 Desafio 1

Ao iniciar o jogo, o jogador é apresentado com o primeiro desafio cujas principais tarefas a realizar são: conhecer as regras do parque, realizar a instalação da tenda num local limpo e longe de materiais combustíveis e, por fim, limpar, se necessário, o local para que esta fique instalada num local seguro e limpo.

Para completar este desafio, o jogador deve interetar a luz correspondente às regras do parque e ler as mesmas. As regras descritas são: realizar fogueiras em locais apropriados; nunca deixar fogueiras sem vigia; não colocar resíduos em fogueiras; deixar sempre os locais utilizados limpos; depositar os resíduos nos locais destinados; para cozinhar, utilizar botijas de capacidade reduzida; desligar eletrodomésticos e botijas de gás sempre que estes deixem de ser necessários e colocar a tenda afastada de arbustos e materiais inflamáveis.

Seguidamente, perante os restantes 4 focos de luzes azuis existentes o jogador deve escolher o local mais adequado para instalar a sua tenda. Existe um local ideal no cenário que permite colocar a tenda sem a necessidade de proceder com a limpeza do espaço. Este local fica afastado de outras tendas, situa-se numa zona luminosa, não dispõe de resíduos e vegetação susceptível a incêndios. Se o jogador colocar a tenda neste espaço e completar o desafio, uma informação positiva é-lhe transmitida avisando-o que não existe possibilidade de incêndio.

Os restantes 3 focos de luzes dispõem de resíduos e vegetação susceptível a incêndios. No caso do jogador optar por um destes espaços, deve removê-los do local, depositando os objectos existentes no lixo e eliminar a vegetação propícia a incêndios. Assim, se o jogador proceder com a limpeza do espaço terá *feedback* positivo ao longo do desenrolar do jogo. De outro modo, se o local ainda contiver materiais susceptíveis a incendiar, uma referência de possibilidade de incêndio é apresentada. Nesta fase, se houver risco de incêndio, o jogador ainda tem um certo período de tempo para corrigir e resolver a situação. Se o meio ambiente continuar idêntico, o jogo terminará informando-o do motivo do incêndio e o que deveria ter feito para colmatar o problema.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

No caso de o jogador pressionar o botão apresentado na figura 5.15a e se o alerta do risco de incêndio ainda estiver ativo, o jogador perde o jogo, iniciando um incêndio no local onde se encontram os objetos que permitem o risco de incêndio. Por outro lado, se não existir risco de incêndio e o jogador pressionar o botão apresentado na figura 5.15a, o jogo avança para o segundo desafio.

6.1.2 Desafio 2

Após o desafio 1 ficar completo, e após indicação do jogador, inicia-se o desafio 2. As principais tarefas a realizar neste desafio são: realizar um grelhado, cozinhar um prato de acompanhamento, lavar os pratos e deixar a área limpa.

Neste desafio, o jogador deve ter em consideração os locais onde irá realizar as tarefas propostas. No verão, é necessário ter em consideração que é proibida a realização de fogueiras em locais descampados porque segundo o documentado no DFCl, vigora o período crítico (decorrendo entre 1 junho a 30 de setembro, salvo exceções) onde persistem medidas de segurança e ações especiais de prevenção contra incêndios florestais [dPa17].

Deste modo, apenas é possível realizar fogueiras em locais apropriados, que possuam dispositivos de retenção de fagulhas nomeadamente em churrasqueiras e usar fogões industriais. Se o jogador decidir optar pelos espaços onde é necessário criar fogueiras no chão para realizar parte das tarefas do desafio, o jogo terminará apresentando ao jogador o motivo pelo qual perdeu o jogo e boas práticas que deve ter em conta quando realiza a confeção de alimentos e grelhados.

Para o jogador realizar um grelhado deve dirigir-se até à churrasqueira presente no local e realizar uma fogueira. Ao chegar ao local pode optar por grelhar peixe ou carne. Uma barra de *loading* é exibida para apresentar o progresso da execução da tarefa. Após esta barra ficar completa, são apresentadas brasas acesas, sendo apresentado um alerta de perigo de incêndio. Este alerta deve-se ao facto de as brasas serem um potencial de risco de incêndio, devendo o jogador extinguir estas com um balde de água presente no reservatório de água.

Para cozinhar tem ao seu dispor um fogão industrial, neste local o jogador deve decidir o que cozinhar (arroz ou massa) e ainda qual a botija de gás a usar. Existem 3 botijas distintas designadamente de 2 litros, 5 litros e de 10 litros. Destas o jogador deve optar sempre pela botija de menor capacidade por questões de segurança. Após a seleção da botija é apresentada uma barra de *loading* mostrando o progresso de confeção do prato. Após estar concluído, o jogador deve sempre desligar a botija de gás do fogão para evitar perdas de gás e impedir que esta seja uma fonte de acréscimo a um incêndio florestal. Caso contrário, aparece outro alerta de possibilidade de incêndio dado que a botija de gás se encontra ligada.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Após a refeição estar completa (como por exemplo: um prato de arroz com peixe e uma garrafa de água), o jogador deve alimentar-se prosseguindo com a lavagem dos pratos e devendo depositar a garrafa de plástico no lixo. Outro alerta é gerado se o jogador não lavar os pratos ou se não colocar a garrafa no lixo.

Em todos estes alertas que surgem ao longo do progresso do desafio, o jogador deve resolvê-los atempadamente. De outro modo, um incêndio irá deflagrar e o jogo termina, apresentando qual a causa do incêndio e uma possível solução para que jogador consiga resolver o problema da próxima vez. Se à medida que o jogo avança, o jogador opta sempre pelas ações corretas, uma UI final de vitória é exibida.

6.2 Arquitetura do Sistema

O sistema desenvolvido integra quatro nós, como é ilustrado na figura 6.1, o utilizador, o dispositivo móvel, o jogo e o servidor.

O utilizador é o que irá adquirir informações sobre boas práticas acerca de prevenção de incêndios florestais no contexto de um cenário de campismo.

O dispositivo móvel pode conter um *software* Android ou iOS onde é instalada a aplicação do jogo para o jogador interagir com esta.

O jogo, o nó principal, foi desenvolvido no *software* Unity onde foram criadas duas cenas que estão interligadas uma com a outra. A primeira integra o menu inicial do jogo onde é possível visualizar as instruções do jogo, alterar o idioma e iniciar o jogo. A segunda contém o cenário de campismo onde o jogador deve realizar ações que se encontram nos desafios de modo a prevenir incêndio.

Para avaliar as situações de risco de incêndio que possam surgir no decorrer do jogo, é necessário recorrer a uma *Application Programming Interface* (API) Restful realizando pedidos *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) ao planeador, o Metric-FF disponível na *cloud* através do componente *solver* do *planning.domains* [Mui15], de modo a encontrar planos de risco de incêndio que são obtidos através de uma resposta no formato *JavaScript Object Notation* (JSON). Seguidamente é possível alertar o jogador acerca destas situações de risco de modo a adverti-lo para alterar o seu comportamento, sensibilizando das boas práticas que deve ter em conta.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

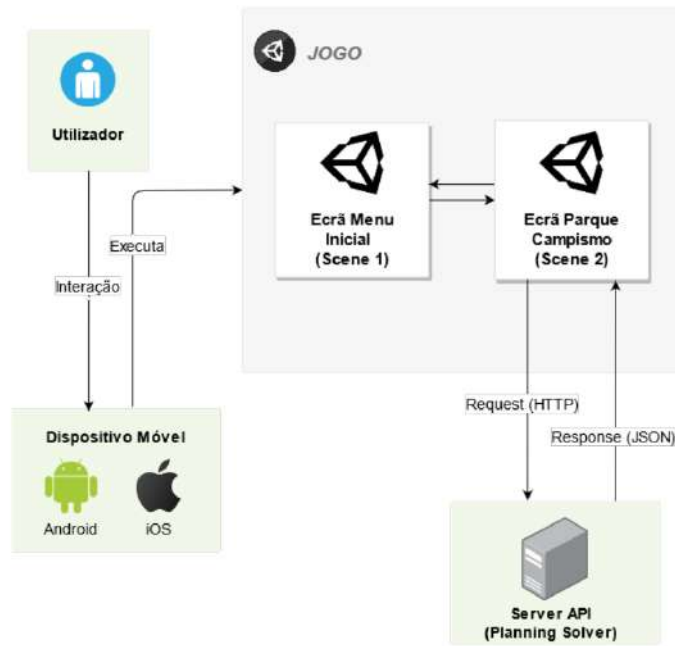


Figura 6.1: Arquitetura do sistema.

6.3 Implementação

Este sub capítulo pretende demonstrar como se desenvolveram os principais componentes do jogo bem como as principais tarefas a desempenhar pelo jogador. Seguidamente é apresentada a elaboração do *minimap*, a animação do jogador, o movimento da câmara, a instalação de tendas, como o jogador desempenha as tarefas de apanhar objetos e depositá-los no lixo, como se procede com a eliminação da vegetação presente no parque e por fim, como se processa a realização das tarefas de realizar grelhados, cozinhar e lavar a loiça.

6.3.1 Elaboração do *Minimap*

A elaboração de um *minimap* tem como principal finalidade ajudar o jogador a localizar as tarefas que ainda tem pendentes e a situar-se no jogo. Neste mapa o jogador pode visualizar as luzes azuis que se encontram ativas, ver a sua localização e verificar qual a sua direção para se dirigir para um local de sua preferência.

Para a criação do *minimap* foi necessário criar uma segunda câmara para renderizar a cena através de uma vista aérea e colocada numa posição acima do jogador. Esta câmara segue o jogador à medida que este avança para apresentar os detalhes do mapa ao seu redor.

Jogo Sérioo para Prevenção de Fogos Florestais

A projecção da câmara foi alterada para *Orthographic*. Esta projecção permite que os objetos 3D existentes na câmara sejam alterados para 2D, para o cenário ficar plano e criar o *minimap*. Para este mapa ser apresentado como UI, criou-se uma imagem onde será renderizado o mapa através de uma textura. Assim, desenvolveu-se uma textura com o tamanho da imagem a qual foi colocada na *Target Texture* da câmara criada. Sendo possível visualizar o mapa por meio de uma imagem.

Para o jogador ficar perceptível no mapa, associou-se um *sprite* (imagem correspondente a uma seta) ao *GameObject* “Jogador” e a este *sprite* um *Layer* para que seja visível no *minimap* e invisível na câmara principal do jogo. O mapa desenvolvido pode ser visível na figura 6.2, onde as tarefas por concluir correspondem aos círculos azuis e o jogador equivale à seta azul existente no mapa.

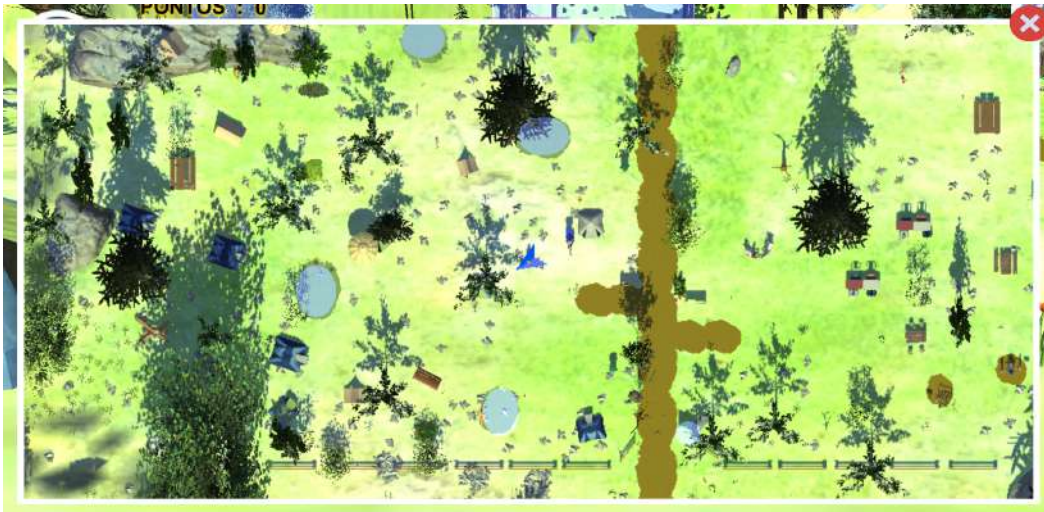


Figura 6.2: *Minimap* que ilustra o jogo em 2D com as repetivas missões em azul.

Para o jogador visualizar o mapa necessita de recorrer ao botão apresentado na figura 5.11e. Após premir o botão o mapa é exibido. Para se poder ver qual a localização do jogador e o meio ambiente ao redor, foi programada a câmara para que esta siga o jogador e não apresente o um plano estático da coordenadas da câmara. O código que permite ver o mapa e o movimento da câmara é o representado em A.1.

6.3.2 Animação do Jogador

As animações no jogo são as que tornam o jogo mais aliciante do ponto de vista do utilizador devido ao controlo que este tem sobre a personagem principal. Este controlo da personagem dá imersão ao jogo.

O processo de criação de animações para uma personagem requer alguns conhecimentos e precisão para que a personagem desempenhe bem a animação. Neste jogo, as animações utilizadas são as da plataforma Mixamo [Spa21b] sendo estas: andar, pegar objetos e comer.

Jogo Sério para Preven o de Fogos Florestais

Para que as anima es funcionem na perfei o na personagem, estas foram alteradas para *Humanoid*, para que esta sejam controladas pelo *Animator*. A sua configura o corresponde   reconcilia o da estrutura óssea do modelo para que a anima o se reproduza corretamente na personagem.

Seguidamente, criou-se o *Animator Controller*. Este   responsável por todas as anima es a desempenhar pelo jogador.   possível ter várias anima es e altern -las quando ocorrem certas condi es no jogo. O Animator   equivalente a um grafo de estados, onde cada estado corresponde   anima o a desempenhar, e as linhas são as transa es de um estado para o outro. Na figura 6.3 podemos visualizar o *Animator Controller* da personagem principal.

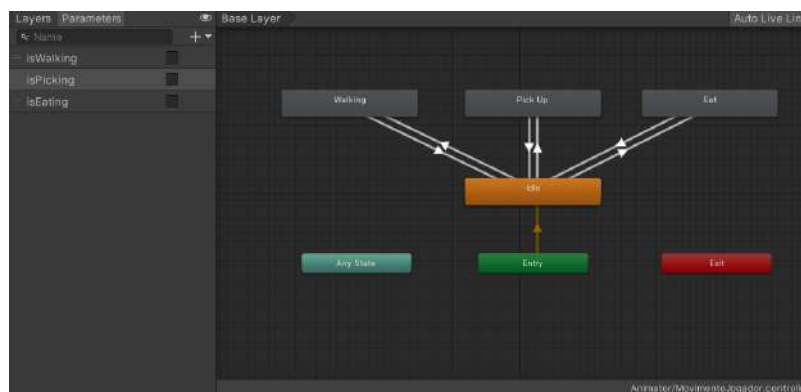


Figura 6.3: *Animator Controller* associado ao movimento do jogador.

O *Animator* inicia no estado “Entrada” e passa imediatamente para o estado seguinte “Idle”, ficando num *loop* infinito nesta anima o caso não haja nenhum outro movimento que o utilizador faça. Para se mover para as restantes anima es depende do *input* que o utilizador d  ao jogo.

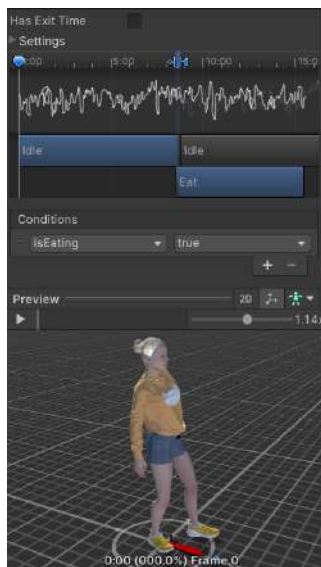
Quando o jogador desliza o *joystick*, a transa o de “Idle” para “Walking” acontece e o animador desencadeia a anima o de andar fazendo com que o jogador se movimente. Para este se movimentar   necessário um *script* associado   personagem para detetar a entrada do *joystick* para o *Animator Controller* reproduzir a anima o. Para melhor compreensão do movimento do jogador, o excerto de código A.2 representa o seu movimento.

Para pegar em objectos o jogador deve pressionar durante alguns segundos o botão apresentado na figura 5.11c e acontece a transa o de “Idle” para “Pick Up” que permite exibir a anima o de apanhar objetos na personagem principal. O código implementado para a realiza o da anima o da tarefa de pegar em objetos   o representado em A.3.

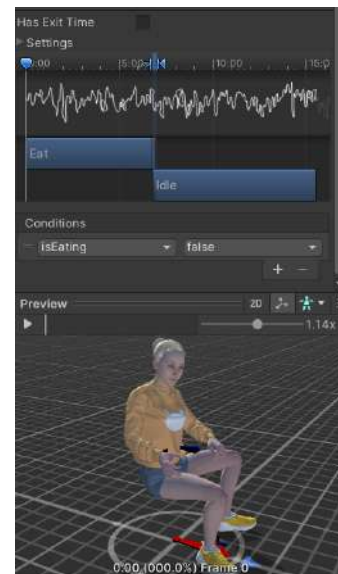
O processo de comer   semelhante ao de pegar objetos. O jogador necessita de pressionar o botão representado na figura 5.11a, e a transa o de “Idle” para “Eat”   iniciada, dando origem   anima o da personagem a comer. O trecho de código associado a esta anima o   representado em A.4.

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

Todos os parâmetros para as transações são definidas como *booleans*, ou seja se o jogador não pressiona nenhum botão ou não movimenta o *joystick*, as animações estão sempre inativas com a exceção da “Idle” que continua num *loop* infinito até que o jogador dê outro *input* ao jogo. A figura 6.4 representa um exemplo de duas transações associadas à animação comer produzida na personagem. As restantes transações das animações são idênticas a estas.



(a) Transação Idle para Eat.



(b) Transação Eat para Idle.

Figura 6.4: Ilustra as transações da animação comer.

6.3.3 Desenvolvimento do Movimento da Câmara

A câmara presente no jogo é responsável por capturar e apresentar o mundo ao jogador. Como explicado anteriormente, à medida que o jogador se movimenta, a câmara segue-o com o propósito de exibir o mundo ao redor do jogador e apresentar o melhor ângulo possível. Assim, foi definida uma distância entre a personagem e a câmara, para o jogador ter a oportunidade de visualizar os objetos existentes ao seu redor.

Ainda foi desenvolvida na mesma câmara uma perspectiva na terceira pessoa, que consiste em apresentar o meio ambiente a partir de uma distância fixa e ligeiramente acima do jogador, para que este veja o cenário em diferentes ângulos. Este movimento é controlado por um *joystick*. Após o jogador visualizar os diferentes ângulos do cenário a rotação da câmara regressa à rotação inicial. Nas figuras 6.4a e 6.4b podemos visualizar as diferentes perspetivas referentes à mesma câmara, na perspectiva normal e na terceira pessoa. O trecho de código A.5 permite realizar o movimento da câmara principal do jogo durante toda a sua duração.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

6.3.4 Instalação de Tendas

Uma das principais tarefas que o jogador deve realizar é proceder com a instalação da sua tenda. Para isso, deve explorar o meio ambiente e verificar qual o local mais adequado para a sua instalação.

Para colocar a tenda num sítio à sua escolha, o jogador deve dirigir-se para um dos locais que contenham um foco de luz azul. Ao colidir com estes focos de luz uma UI é exibida (ver figura 6.5).

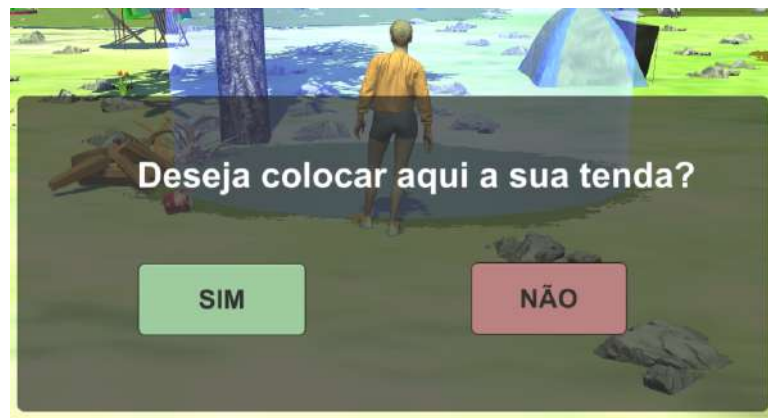


Figura 6.5: Interface gráfica exibida quando o jogador interjeta as luzes azuis referentes à instalação de tendas.

O jogador ao pressionar o botão “SIM” desencadeia a função responsável pela colocação da tenda naquela posição. A interface gráfica desaparece assim como os focos da luz azul presentes nos restantes locais. Se este pressionar o botão “NÃO” a interface gráfica desaparece e o resto do meio ambiente mantém-se idêntico. O código responsável pela colocação da tenda ou pela negação da sua colocação é o apresentado no trecho de código em A.6.

6.3.5 Apanhar Objetos e Depositar no Lixo

Este jogo possui a funcionalidade de pegar em objetos que sejam susceptíveis a incêndios, que posteriormente devem ser colocados no lixo. O jogador para desempenhar esta tarefa necessita de recorrer à animação de apanhar objectos, que se encontra disponível num dos botões da interface gráfica (5.11c).

Para facilitar a interação do jogador, este deve interjetar os objectos que devem ser apanhados do chão, sendo apresentada uma informação de qual o botão que deve premir. A figura 6.6 representa a informação mostrada ao jogador após este interjetar objetos que podem ser apanhados do chão.

A animação para ser bem executada necessita de estar associada ao jogador que realiza

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais



Figura 6.6: Informa33o desencadeada para se apanhar objetos.

a tarefa atrav33s de um *script*. Desta forma, para o jogador apanhar o objeto e ficar com este na sua m33o, 33 necess33rio que a dist33ncia da m33o do jogador e o objeto a apanhar estejam muito pr33ximos, o que significa que ambos os componentes devem-se encontrar muito pr33ximos. Se estas condi333es se verificarem, o objeto a apanhar tornar-se “filho” do *gameobject* que corresponde 33 m33o do jogador. A fun3333o que permite executar esta tarefa de pegar em objectos 33 a descrita no excerto de c33digo em A.7.

Para que o objeto seja apanhado corretamente na anima333o, criou-se um evento nesta, onde 33 colocada a fun3333o que corresponde 33 a333o de apanhar o objeto com o respetivo *script*. A figura 6.7 representa o *frame* que diz respeito ao momento em que o objeto fica nas m33os do jogador atrav33s da interven333o da fun3333o existente no *script*.

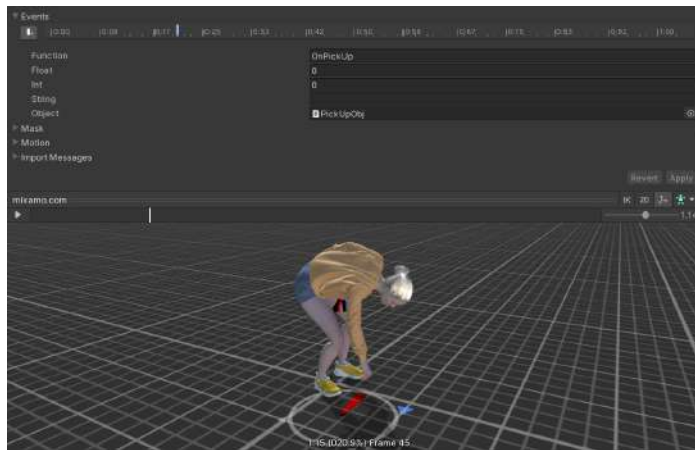


Figura 6.7: Momento em que o jogador fica com o objeto na sua m33o.

Ap33s o jogador ter o objeto consigo este pode dirigir-se a um caixote do lixo. Quando este se encontra pr33ximo e cont33m na sua posse um objeto, parece no ecr33 a indica3333o de qual o bot333o que deve pressionar para o depositar o objeto no lixo. A figura 6.8 ilustra o referido.



Figura 6.8: Informa3333o despoletada para inserir objetos no lixo.

Jogo Séri0 para Prevenção de Fogos Florestais

Após o jogador pressionar o botão representado na figura 5.11b, o objecto desaparece das suas mãos e outra informação é transmitida ao jogador, informando-o de que o objeto foi depositado no lixo. Caso o jogador prima o botão e ainda estiver longe do caixote, é-lhe indicado que se encontra demasiado longe deste. Por outro lado, se o jogador não contiver nenhum objeto na sua pose, e premir o botão, é apresentada a informação presente na figura 6.9. O código responsável pela execução do depósito de objetos no lixo é o representado no trecho de código em A.8.

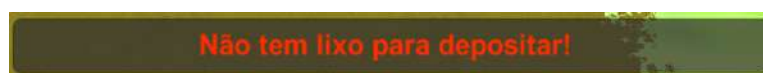


Figura 6.9: A informação que aparece quando o jogador prime o botão de depositar objetos sem ter objetos na sua pose.

6.3.6 Eliminação da Vegetação Combustível

Os locais que o jogador dispõe para instalar a tenda são diferentes uns dos outros. A maioria dos espaços contém sobretudo vegetação seca e lenha. Para o jogador colocar aqui a sua tenda, deve certificar-se de que o local fica limpo, evitando o risco de incêndio. Para evitar o risco, o jogador deve remover estes materiais.

Para o jogador realizar esta tarefa elaborou-se um botão, presente na figura 5.11d, que tem a capacidade de eliminar materiais combustíveis próximos da tenda instalada. Cada material combustível presente nos locais onde se podem posicionar as tendas está referenciado com um *tag* para facilitar a localização do conjunto dos materiais combustíveis em cada local. Materiais susceptíveis a incêndios que estejam no “local 1” têm o *tag tenda1*, no “local 2” têm o *tag tenda2* e assim sucessivamente até ao quarto lugar disponível onde o jogador pode colocar a tenda.

Quando o jogador colide com estes materiais é apresentada uma informação a indicar o botão que deve premir para os remover. A figura 6.10 representa a informação mostrada ao jogador.



Figura 6.10: Informação relativa à remoção de materiais combustíveis.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Ao premir o botão de eliminação uma nova informação é exibida indicando o que foi removido. Um exemplo de como se processa a remoção de materiais do local referenciado com o *tag tenda1* é o código A.9.

A figura 6.11 apresenta a informação temporária que é desencadeada ao eliminar materiais combustíveis, que corresponde ao método *StartCoroutine(Info3())* apresentado no trecho de código A.9.

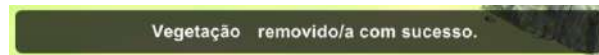


Figura 6.11: Informação desencadeada após a remoção de materiais combustíveis.

Caso o jogador prima o botão sem se encontrar no local adequado para a remoção de materiais combustíveis uma informação de erro é exibida, dizendo que não tem materiais combustíveis para remover, como podemos visualizar na figura 6.12.

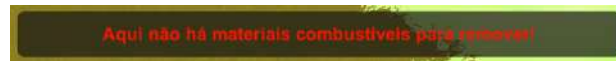
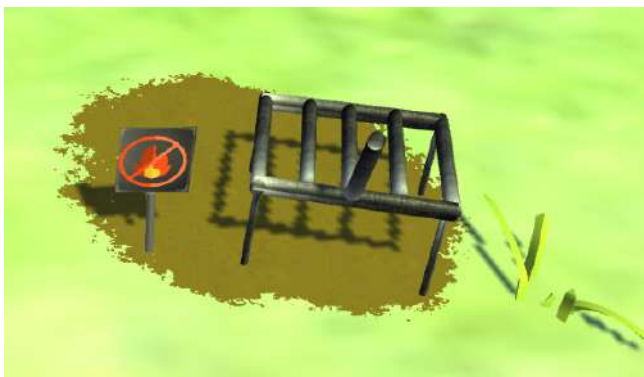


Figura 6.12: Informação apresentada ao jogador quando não se encontra num local adequado para a remoção de materiais combustíveis.

6.3.7 Realização de Grelhados

Uma das tarefas presentes no desafio 2 é a realização de grelhados. O jogador deve explorar o meio ambiente e verificar qual o sítio mais adequado para realizar a tarefa. Os locais disponíveis para realizar um grelhado são designadamente uma grelha presente no chão (como podemos ver na figura 6.13a) e uma churrasqueira (visível na figura 6.13b).



(a) Grelha no chão.



(b) Churrasqueira

Figura 6.13: Demonstra os locais possíveis onde se pode realizar um grelhado.

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

Se o jogador escolher o local da grelha no chão, o jogo terminará uma vez que é proibida a realização de fogueiras, como referido anteriormente. O planeador é ativado verificando que este local é perigoso e por isso surge um incêndio e a UI de “Perdeu o jogo” é exibida. Na secção 6.4 é apresentado o método da deflagração do incêndio.

Caso o jogador opte pelo local onde se encontra a churrasqueira é apresentada a UI perguntado ao jogador o pretende grelhar (interface visível na figura 6.14a), após seleccionar uma das opções, uma fogueira é realizada e aparece uma barra de *loading* que representa o progresso da tarefa, sendo visível na figura 6.14b. Para realizar a animação do progresso da barra utilizou-se o *Asset LeanTween* [Pix18] que é um *asset* que possui diferentes animações capazes de modelar interfaces gráficas e até *gameobjects*. Este recurso permitiu que o progresso da barra fosse mais suave e idêntica a uma barra de *loading*.



Figura 6.14: Processo realizado para grelhar um produto.

O código presente A.10 permite a realização da fogueira e o progresso da barra de *loading*.

Após esta barra chegar ao fim, são apresentadas brasas acesas que o jogador deve extinguir num tempo adequado para não deflagrar um incêndio. Para as extinguir, o jogador deve dirigir-se ao reservatório que possui baldes com água. O jogador ao interetar o balde é-lhe apresentada a interface apresentada na figura 6.15a. Este deve apanhar o balde e dirigir-se às brasas aceitando apagar estas através da interface visível na figura 6.15b. Ao aceitar, o balde desaparece das mãos do jogador, aparecendo uma animação da água e eliminando as brasas como visualizamos na figura 6.15c.

O código responsável pela extensão das brasas acesas é o referenciado em A.11.



Figura 6.15: Tarefa de extensão das brasas acesas.

6.3.8 Confeccionar Pratos de Acompanhamento

O jogador para realizar a confeção de pratos de acompanhamento deve escolher o local mais adequado do parque para a sua realização. Os locais existentes para realizar a confeção são: um equipamento medieval (visível na figura 6.16a) e um fogão industrial (apresentado na figura 6.16b).

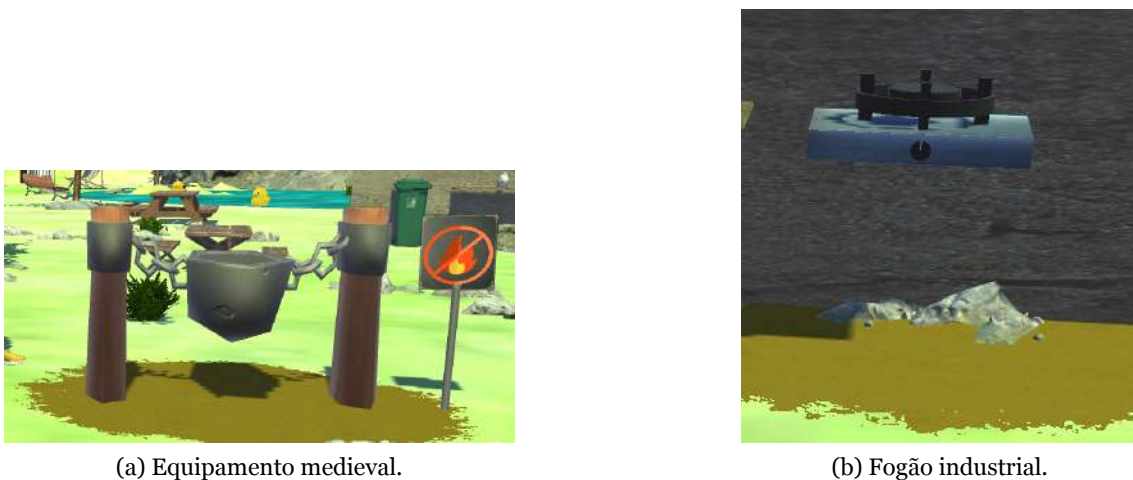


Figura 6.16: Locais possíveis para a confeção de pratos de acompanhamento.

No caso do jogador seleccionar o local do equipamento medieval, terá de realizar uma fogueira no chão, mas tal é proibido como referido anteriormente. O planeador é ativado, validando que este local é proibido e daí deflagra um incêndio, aparecendo a UI final de perda do jogo. Na secção 6.4 é mencionado como se desenrola a questão de surgir o incêndio e assim terminar o jogo.

Por outro lado, se o jogador escolher o fogão industrial, é-lhe apresentada a UI visível na figura 6.17a, onde pode escolher qual o prato a confeccionar bem como qual o tipo de botija a usar através da UI apresentada na figura 6.17b. Na interface da escolha da botija,

Jogo SériO para Prevenção de Fogos Florestais

o jogador deve selecionar a de menor capacidade por questões de segurança, pois em caso de tragédia uma botija de capacidade reduzida causa menos danos do que uma de maiores dimensões.



(a) Interface de selecionar o prato a cozinhar.



(b) Interface para a escolha da botija a usar.

Figura 6.17: Interfaces que permitem a realização da tarefa cozinhar.

Após a seleção da botija é apresentado ao jogador o processo de cozinhar. É colocada a botija selecionada no local, uma panela na parte superior do fogão e é exibida a barra de *loading* mostrando a evolução do processo. A figura 6.18 ilustra o processo descrito anteriormente.



Figura 6.18: Processo de cozinhar após a seleção da botija de gás.

Um exemplo de código a exemplificar o processo de confecção de um prato de arroz usando uma botija de 2 litros é o descrito no excerto de código em A.12.

A confecção do prato de arroz fica concluído quando a barra de *loading* e a panela estiverem desativadas do cenário. Após esta tarefa o jogador deve desligar a botija de gás, evitando que um incêndio deflagre devido às perdas de gás que a botija pode ter.

Quando o jogador já tem o grelhado e a confecção do prato pronto, é apresentada a refeição completa numa das mesas do parque visível na figura 6.19a. Após o prato completo ser colocado no cenário, é ativado um foco de luz azul avisando ao jogador que tem ali uma tarefa para completar, que é alimentar-se. Esta luz desaparece quando o jogador termina de se alimentar. Ao chegar ao local, o jogador deve premir o botão apresentado na figura 5.11a e a animação de comer é desencadeada, como podemos visualizar na figura 6.19b.



(a) Refeição disponível na mesa.



(b) Animação de comer desencadeada.

Figura 6.19: Prato confeccionado pelo jogador e este a alimentar-se.

6.3.9 Lavagem de Pratos

Quando jogador terminar a refeição deve proceder com a lavagem dos pratos e com a limpeza do espaço. Caso não realize estas atividades um fogo pode surgir terminando o jogo. Esta tarefa é pertinente visto que os pratos e as garrafas têm propriedades inflamáveis.

Assim, após o jogador estar alimentado, a UI visível na UI 6.20a aparece ao jogador sugerindo a limpeza dos pratos. Se aceitar a tarefa, o prato é colocado nas mãos do jogador, devendo dirigir-se até ao lava-louça para proceder com a limpeza do prato. À chegada ao local a UI 6.20b é exibida com a questão da lavagem dos pratos.



(a) Interface que sugere a limpeza dos pratos.



(b) Interface que questiona pela lavagem dos pratos .

Figura 6.20: Interfaces que levam à limpeza dos pratos.

Quando o jogador aceita a proposta, o prato é eliminado das suas mãos e o processo é iniciado, sendo visível na figura 6.21a. O progresso da lavagem é visível através de uma barra de *loading*. Após a tarefa ser concluída os pratos são dispostos no escorredor de louça como visualizamos na figura 6.21b.

Programaticamente o processo de lavagem de pratos é semelhante à tarefa de cozinhar e grelhar.

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais



(a) Realização da lavagem de pratos.



(b) Tarefa da limpeza de pratos concluída.

Figura 6.21: As imagens ilustram o progresso da lavagem dos pratos.

6.4 Planeamento Automático

O planeamento automático é um componente fundamental do jogo. Com ele pretende-se que o jogo tenha variabilidade ao longo do seu desenrolar e que motive e atraia a atenção do jogador. Através do planeamento espera-se que o jogador melhore o seu desempenho e que conclua os desafios do jogo acertadamente chegando à interface de vitória do jogo.

O principal objectivo do planeamento neste jogo é verificar a possibilidade de incêndio avaliando o cenário de acordo com as decisões que o jogador faz. À medida que este realiza as tarefas dos desafios, o planeador é ativado analisando o cenário envolvente e verifica a possibilidade de incêndio. Se existir risco de incêndio, significa que foi encontrado um plano que permite a deflagração de um incêndio devido a um ou mais objetos existentes no cenário. Se não houver risco de incêndio significa que um plano de risco de incêndio não foi encontrado, o que é conveniente para o jogador, pois assim consegue alcançar o objetivo com mais facilidade.

Seguidamente é explicado como são estruturados os ficheiros de planeamento em PDDL, como são descritos os domínios e os problemas definidos para este jogo e como é realizada a sua validação. Por fim, é explicado como é que o planeamento é inserido e chamado perante o desenrolar do jogo.

6.4.1 Estrutura de um Plano em PDDL

Um plano contém uma sequência de ações que possuem condições que necessitam de ser realizadas para chegar de um estado inicial ao objetivo pretendido. Assim, um plano é desenvolvido por dois ficheiros separados: o ficheiro de domínio e o da definição problema.

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

O ficheiro de dom3nio 3 constitu3do pelos predicados (que caracterizam os estados dos objetos, constituindo factos que podem ser verdadeiros ou falsos) e pelas a33es (m3todos que modificam o meio ambiente) sendo estruturado no excerto de c3digo 6.1 onde <domain-name> corresponde 3 *string* que identifica o dom3nio do planeamento.

```
(define (domain <domain-name>) ;identificador do dom3nio
  <c3digo PDDL para predicados> ; conjunto de propriedades que os objetos
    t3m, sendo Verdadeiros ou Falsos
  <c3digo PDDL para a 1ª a333> ;conjunto de a333es que modificam o cen3rio
  <c3digo PDDL para a 3ltima a333>
)
```

Excerto de C3digo 6.1: Estrutura de um ficheiro de dom3nio.

O ficheiro da defini33o do problema 3 formado pelos objetos (constituintes da cena que s3o manipulados pelas a333es), pelo estado inicial (estado onde se encontra o problema a resolver) e pelo objetivo ou estado final (como queremos o problema resolvido no fim). Este ficheiro 3 estruturado no excerto de c3digo 6.2 onde <problem-name> define o nome do problema a resolver e o <domain-name> deve corresponder ao nome do dom3nio no ficheiro de dom3nio correspondente.

```
(define (problem <problem-name>) ;identificador do problema
  (:domain <domain-name>); cont3m o nome do dom3nio
  <c3digo PDDL para os objetos> ;possui todos os objetos que interessam
  <c3digo PDDL para o estadoInicial> ;indica como o problema a resolver se
    encontra
  <c3digo PDDL para o objetivo> ;corresponde ao estado final
)
```

Excerto de C3digo 6.2: Estrutura de um ficheiro de problema.

6.4.2 Dom3nios e Problemas no Desafio 1

Como referido anteriormente, o primeiro desafio consiste essencialmente na instala33o da tenda num local limpo e seguro de inc3ndios. Em alguns locais dispon3veis para coloca33o da tenda, o jogador necessita de proceder com a limpeza do espa3o para que n3o exista risco de inc3ndio devido 3 presen3a de materiais combust3veis e res3duos presentes no ch3o.

Para avaliar o risco de inc3ndio presente no jogo, em rela33o ao desafio 1, desenvolveram-se dois dom3nios na linguagem PDDL que s3o descritos em 6.4.2.1 e 6.4.2.2.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

6.4.2.1 Domínio 1

Os planos obtidos através do domínio (*campismo*) e problemas (*campismo1* e *campismo2*) têm como principal objectivo iniciar um risco de incêndio se existirem objetos combustíveis na área da tenda. O ficheiro de domínio *campismo* possui os predicados referentes aos estados dos objetos, podendo estes serem materiais combustíveis (*material-combustivel*), materiais não combustíveis (*material-ncombustivel*) ou materiais inexistentes no cenário (*n-material*). A ação que permite alterar o cenário é começar um risco de incêndio se um ou vários objetos forem combustíveis. O ficheiro de domínio descrito corresponde ao código PDDL presente no excerto de código 6.31.

```
(define (domain campismo) ;nome do domínio é campismo
  (:predicates (area ?a)
    (material-combustivel ?c) ; predicados referentes aos estados dos objetos
    (material-ncombustivel ?c)
    (n-material ?l)
    (riskfire-started ?a))

  (:action riskfire ; ação que permite modificar o ambiente se houver risco de
    incêndio
    :parameters (?area ?material-combustivel)
    :precondition (and (area ?area)
      (material-combustivel ?material-combustivel)
      (not (material-ncombustivel ?material-combustivel))
      (not (n-material ?material-combustivel))))
    :effect (and (riskfire-started ?area))) ; risco de incêndio começa se o
    material for combustível
)
```

Excerto de Código 6.3: Domínio do primeiro plano definido, relativamente ao tipo de materiais existente.

Desenvolveram-se dois problemas associados ao domínio *campismo*. Estes ficheiros foram desenvolvidos para satisfazer um conjunto de condições presentes na ação *riskfire*, e assim chegar de um estado inicial ao objetivo pretendido. Este domínio pretende identificar quais os objetos que levam ou não ao risco de incêndio.

Ambos os ficheiros de problema contém os objetos necessários, e que estão presentes no cenário do jogo, para resolver o problema. Estes são a erva seca, a lenha e a erva verde. Seguidamente o ficheiro de problema contém informações acerca de como se encontram os objetos, correspondendo ao estado inicial do problema e, por fim, possui o estado final que corresponde ao objetivo que se pretende atingir.

O problema representado no excerto de código 6.4, designado por *campismo1*, possui no seu estado inicial erva seca combustível, erva verde não combustível e a inexistência de lenha. O objetivo final deste problema é iniciar um risco de incêndio na área de *campismo* se houver objetos combustíveis.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
(define (problem campismo1) ;nome do problema campismo1
  (:domain campismo)
  (:objects campismo-area erva-verde erva-seca lenha) ;objetos presentes no
  cenário
  (:init (area campismo-area) ;definição da área de campismo
    (material-combustivel erva-seca) ;caraterísticas referentes aos
    objetos do problema a resolver
    (material-ncombustivel erva-verde)
    (n-material lenha)
  )
  (:goal (and (riskfire-started campismo-area)))) ;estado final é iniciar
  risco de incêndio na área de campismo
```

Excerto de Código 6.4: Código representativo do primeiro problema referente ao domínio campismo.

Para verificar a validação do plano desenvolvido, foi utilizado o planeador Metric-FF que se encontra disponível na *cloud* através da componente *solver* do *planning.domains* que corresponde a um planeador e avaliador automático [Mui15].

O resultado obtido para o plano cujo domínio é designado por *campismo* e o problema por *campismo1* é *Found Plan* cujo resultado é visível na figura 6.22. Significa que há risco de incêndio na área de campismo devido à erva seca existente.



Figura 6.22: Ilustra um plano encontrado para o domínio campismo e problema campismo1.

Procedeu-se com o desenvolvimento do segundo problema associado ao domínio campismo. Este problema presente no excerto de código 6.5 é designado por *campismo2*, contém no seu estado inicial lenha que é qualificado como material combustível, possui erva verde classificado como material não combustível e por fim não existe erva seca no local. O objetivo final deste problema é iniciar risco de incêndio na área de campismo se houver materiais combustíveis.

```
(define (problem campismo2) ; nome do problema campismo 2
  (:domain campismo); nome do dominio
  (:objects campismo-area erva-verde erva-seca lenha) ;objetos existentes
  (:init (area campismo-area); definição da área
    (material-combustivel lenha); como o problema a resolver se encontra
    (material-ncombustivel erva-verde)
    (n-material erva-seca)
  )
  (:goal (and (riskfire-started campismo-area)))) ;estado final é iniciar
  risco de incêndio na área de campismo
```

Jogo Séri0 para Prevenção de Fogos Florestais

Excerto de Código 6.5: Código referente ao segundo problema do domínio *campismo*.

Realizou-se a validação do plano associado ao problema *campismo2* obtendo-se um plano encontrado na figura 6.23, que corresponde a risco de incêndio na área de *campismo* devido ao objeto *lenha*.



Figura 6.23: Validação de um plano encontrado para o domínio *campismo* e problema *campismo2*.

6.4.2.2 Domínio 2

Os planos desenvolvidos para o segundo domínio (*camping*) e seus problemas (*camping1* e *camping2*) têm como principal objetivo iniciar um risco de incêndio se existirem resíduos que não sejam orgânicos e que não estejam no lixo. O ficheiro de domínio *camping* contém os predicados referentes aos estados dos objetos, podendo estes ser lixo (*lixo*), lixo orgânico (*organico*) e lixo presente no caixote do lixo (*no-lixo*). A ação que permite modificar o ambiente é a risco de incêndio (*riskfire*) se existir um ou mais objetos classificados como lixo. O ficheiro de domínio que representa o referido anteriormente é o apresentado no excerto de código 6.6.

```
(define (domain camping) ; nome do domínio camping
  (:predicates (area ?a)
    (lixo ?l);estado dos objetos
    (organico ?l)
    (no-lixo ?l)
    (riskfire-started ?a))

  (:action start-riskfire;ação que modifica o ambiente
    :parameters (?area ?lixo)
    :precondition (and (area ?area)
      (lixo ?lixo)
      (not (organico ?lixo))
      (not (no-lixo ?lixo)))
    :effect (and (riskfire-started ?area));risco de incêndio inicia se
      houver um ou mais objetos classificados como lixo
  )
)
```

Excerto de Código 6.6: Segundo domínio relativo à área de *campismo*.

Foram gerados dois problemas associados ao domínio *camping*, para verificar a possibilidade de incêndio de acordo com as características dos objetos existentes no cenário. Estes

Jogo SériO para Prevenção de Fogos Florestais

ficheiros possuem os detalhes acerca do estado dos objetos e contém o seu estado final que é como desejamos o problema resolvido no final.

O ficheiro de problema *camping1* apresentado no excerto de código 6.7 contém os objetos necessários para resolver o problema, sendo estes: uma garrafa vazia e uma casca de banana. Contém no estado inicial a definição do local onde atua o problema e ainda as características referentes ao estado dos objetos sendo a garrafa vazia e a casca de banana classificadas por lixo e a casca de banana por orgânica. O objetivo deste problema é iniciar risco de incêndio se houver lixo que não seja orgânico e que não esteja no caixote do lixo.

```
(define (problem camping1); nome do problema camping1
  (:domain camping);problema associado ao dominio camping
  (:objects campismo-area garrafa-vazia casca-banana)
  (:init (area campismo-area);como o problema a resolver se encontra
    (lixo garrafa-vazia)
    (lixo casca-banana)
    (organico casca-banana)
  )
  (:goal (and (riskfire-started campismo-area))));objetivo final
```

Excerto de Código 6.7: Código representativo do primeiro problema referente ao domínio camping.

O *output* obtido para o plano cujo domínio é *camping* e problema *camping1* é *Found Plan* que significa que há risco de incêndio devido à garrafa vazia por não ser um objeto orgânico e não se encontrar no lixo, o plano encontrado é visível na figura 6.24.



Figura 6.24: Validação do plano associado ao domínio camping e problema camping1.

O segundo problema associado ao domínio *camping* corresponde ao *camping2* visível no excerto de código 6.8. No seu estado inicial dispõe do lixo a garrafa vazia e a casca de banana, a casca de banana é orgânica e a garrafa vazia encontra-se no lixo.

```
(define (problem camping2);nome do problema
  (:domain camping);nome do dominio a que se associa
  (:objects campismo-area garrafa-vazia casca-banana)
  (:init (area campismo-area);como o problema se encontra
    (lixo garrafa-vazia)
    (lixo casca-banana)
    (organico casca-banana)
    (no-lixo garrafa-vazia)
  )
  (:goal (and (riskfire-started campismo-area))));objetivo do plano
```

Excerto de Código 6.8: Código representativo do segundo problema referente ao domínio camping.

Jogo Séri0 para Prevenção de Fogos Florestais

Efetuuou-se a validação deste plano obtendo-se uma falha, signicando que não existe um plano e por isso não há risco de incêndio na área de campismo devido ao facto de a garrafa vazia estar no lixo. O *output* obtido encontra-se na figura 6.25.

```
Suspected timeout.  
  
ff: goal can be simplified to FALSE. No plan will solve it
```

Figura 6.25: Falha ao encontrar um plano de risco de incêndio associado ao domínio camping e problema camping2.

6.4.3 Domínios e Problemas no Desafio 2

O segundo desafio consiste na realização das tarefas de realizar um grelhado e um prato de acompanhamento e no fim, proceder com a limpeza do espaço através da lavagem de pratos e depósito de resíduos no lixo. Para o jogador proceder com a realização das tarefas necessita de tomar algumas precauções e evitar certos lugares, evitando a possibilidade de incêndio.

Para averiguar a possibilidade de risco de incêndio presente neste desafio, criaram-se três domínios na linguagem PDDL apresentados nas secções 6.4.3.1, 6.4.3.2 e 6.4.3.3.

6.4.3.1 Domínio 1

Os planos resultantes do domínio *cozinhaCook* e problemas *grill*, *grillChao*, *cookChao* e *brasasGrill* têm como propósito iniciar um risco de incêndio se existe alguma fogueira perigosa para o meio ambiente. O ficheiro de domínio *cozinhaCook* presente no excerto de código 6.9 contém os estados dos objetos após a execução de ações, podendo estes ser uma fogueira perigosa (*fogueiraPerigosa*), uma fogueira controlada (*fogueiraControlada*) e uma fogueira extinta (*fogueiraExtinta*). A ação *start-riskfire* tem a capacidade de começar um risco de incêndio se um ou mais objetos presentes na cena são fogueiras perigosas.

```
(define (domain cozinhaCook) ;nome do domínio  
  (:predicates (area ?a) ;área correspondente  
    (fogueiraPerigosa ?f);estado dos objetos após execução de ações  
    (fogueiraControlada ?f)  
    (fogueiraExtinta ?f)  
    (fire-started ?a))  
  
  (:action start-riskfire ;ação que modifica o meio-ambiente  
    :parameters (?area ?fogueira)
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
:precondition (and (area ?area)
  (fogueiraPerigosa ?fogueira)
  (not (fogueiraControlada ?fogueira))
  (not (fogueiraExtinta ?fogueira)))
:effect (and (riskfire-started ?area));efeito resultante da ação
)
```

Excerto de Código 6.9: Domínio *cozinha* relativo à área de cozinhar.

Foram desenvolvidos quatro problemas relativos ao domínio *cozinha*. Os planos criados têm como principal objetivo identificar os objetos que levam ao risco de incêndio.

O ficheiro de problema *cookChao* contém os seguintes objetos: uma fogueira de cozinhar no chão (*lumeCozinharChao*), fogueira de grelhar em churrasqueiras (*lumeGrill*) e uma fogueira de grelhar no chão (*lumeGrelharChao*). Contém informações acerca de como se encontra o problema a resolver e por fim o objetivo final do problema. O problema descrito encontra-se no excerto de código 6.10.

```
(define (problem cookChao);nome do problema
  (:domain cozinha);nome do dominio
  (:objects kitchen-area lumeCozinharChao lumeGrill lumeGrelharChao)
  (:init (area kitchen-area);estado dos objetos do problema a resolver
    (fogueiraPerigosa lumeCozinharChao)
    (fogueiraControlada lumeGrill)
    (fogueiraExtinta lumeGrelharChao))
  (:goal (and (riskfire-started kitchen-area)));objetivo do problema
```

Excerto de Código 6.10: Código representativo do problema *cookChao* referente ao domínio *cozinha*.

O resultado alcançado pelo domínio *cozinha* e problema *cookChao* é um plano, ou seja, existe risco de incêndio na área da cozinha devido ao objeto *lumeCozinharChao* (fogueira de cozinhar no chão), o *output* obtido é visível na figura 6.26.



Figura 6.26: Resultado obtido pelo plano correspondente ao domínio *cozinha* e problema *cookChao*.

O ficheiro de problema designado por *grillChao* apresentado no excerto de código 6.11 possui os mesmos objetos descritos no problema *cookChao*, dispõe os estados dos objetos onde inicia a cena e por fim o estado final do problema, que é iniciar risco de incêndio se existir alguma fogueira perigosa.

```
(define (problem grillChao);nome do problema
  (:domain cozinha);nome do dominio correspondente
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
(:objects kitchen-area lumeGrillChao lumeCozinharChao lumegrill);objetos
existentes
(:init (area kitchen-area);estado inicial dos objetos
(fogueiraPerigosa lumeGrillChao)
(fogueiraExtinta lumeCozinharChao)
(fogueiraExtinta lumegrill))
(:goal (and (riskfire-started kitchen-area)));objetivo do problema
```

Excerto de Código 6.11: Código representativo do problema grillChao referente ao domínio cozinhaCook.

O *output* obtido pelo domínio *cozinhaCook* e problema *grillChao* é *Founded Plan*, que significa que se conseguiu encontrar um plano e significa que, existe risco de incêndio devido ao objeto *lumeGrillChao* (fogueira de grelhar no chão). O resultado é visível na figura 6.27.



Figura 6.27: Resultado obtido pelo plano correspondente ao domínio cozinhaCook e problema grillChao.

Quanto ao problema *grill*, este contém os objetos enumerados nos problemas referidos anteriormente (*grillChao* e *cookChao*). No seu estado inicial possui qual o estado dos objetos e por fim a é exposta a especificação do objetivo. O excerto de código PDDL referente a este problema encontra-se detalhado em 6.12.

```
(define (problem grill);nome problema
(:domain cozinhaCook);nome dominio
(:objects kitchen-area lumeGrill lumeCozinharChao lumeGrillChao);declaração
dos objetos
(:init (area kitchen-area);estado dos objetos
(fogueiraControlada lumeGrill)
(fogueiraExtinta lumeCozinharChao)
(fogueiraExtinta lumeGrillChao))
(:goal (and (riskfire-started kitchen-area)));especificação do objetivo
```

Excerto de Código 6.12: Código representativo do problema grill referente ao domínio cozinhaCook.

Tendo em conta os ficheiros de domínio *cozinhaCook* e de problema *grill*, não foi possível obter um plano, isto deve-se ao facto de não haver nenhum objeto que tenha as propriedades de fogueira perigosa e, por isso não existe risco de incêndio. Desta forma o *output* resultante foi o visível na figura 6.28.

Por fim, o quarto problema do domínio *cozinhaCook* definido por *brasasgrill*, tem os seguintes objetos: brasas restantes de uma fogueira (*brasasGrill*), a fogueira de cozinhar no chão (*lumeCozinharChao*) e a fogueira de grelhar (*lumegrill*). O estado inicial dispõe de

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

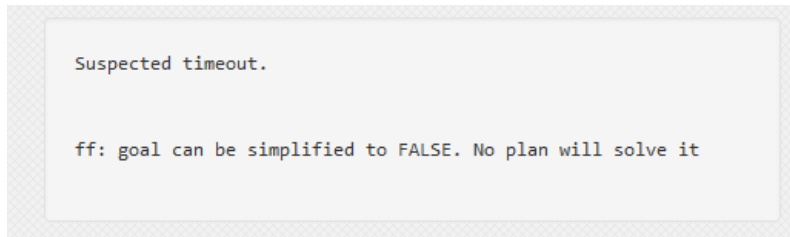


Figura 6.28: Falta ao encontrar um plano de risco de incêndio para o domínio cozinhacook e problema grill.

como o problema se encontra inicialmente e, por fim é declarado o estado final/objetivo. No excerto de código 6.13 encontra-se o problema descrito anteriormente.

```
(define (problem brasasgrill);nome do problema é brasasgrill.  
  (:domain cozinhacook)  
  (:objects kitchen-area brasasGrill lumeCozinharChao lumegrill);objetos  
  (:init (area kitchen-area);estado inicial dos objetos  
    (fogueiraPerigosa brasasGrill)  
    (fogueiraExtinta lumeCozinharChao)  
    (fogueiraExtinta lumegrill))  
  (:goal (and (riskfire-started kitchen-area))));especificação do objetivo
```

Excerto de Código 6.13: Código representativo do problema brasasgrill referente ao domínio cozinhacook.

O resultado obtido pelo domínio *cozinhacook* e pelo problema *brasasgrill* é *Founded plan*, ou seja permite verificar que existe risco de incêndio devido às brasas existentes. O resultado é visível na figura 6.29.



Figura 6.29: Plano encontrado segundo os ficheiros de domínio cozinhacook e problema brasasgrill.

6.4.3.2 Domínio 2

Para averiguar o risco de incêndio associado à existência de botijas de gás ligadas desenvolveu-se o domínio *gascook* e os problemas *gas2L*, *gas5L* e *gas10L*. O ficheiro de domínio representado no excerto de código 6.14 contém as características dos estados dos objetos após a realização de ações. Os estados são: botija gás ligada (*gasLigado*) ou botija de gás desligada (*gasDesligado*). A ação *start-riskfire* tem a competência de iniciar um risco de incêndio se um objeto (botija de gás) estiver ligado.

```
(define (domain gascook); nome do dominio é gascook  
  (:predicates (area ?a); contém os estados dos objetos após a realização de  
    ações  
    (gasLigado ?g)
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
(gasDesligado ?g)
(riskfire-started ?a))

(:action start-riskfire; acção que altera o meio ambiente
 :parameters (?area ?gas)
 :precondition (and (area ?area)
 (gasLigado ?gas)
 (not (gasDesligado ?gas)))
 :effect (and (riskfire-started ?area)));efeito é iniciar um risco de
 incêndio na área ?a
)
```

Excerto de Código 6.14: Domínio *gascook* relativo à área de cozinhar.

Seguidamente criaram-se 3 problemas relativos ao domínio anterior (*gascook*). Os planos obtidos têm como objetivo identificar os objectos referentes às botijas de gás que levam ao risco de incêndio.

Os problemas criados são idênticos uns em relação aos outros trocando o estado de um objeto em cada um dos problemas. Exemplificando, criou-se o problema *gas2* ilustrado no excerto de código 6.15 que contém os seguintes objetos: botija de gás de 2 litros (*gas2L*), botija de gás de 5 litros (*gas5L*) e botija de gás de 10 litros (*gas10L*). Contém no seu estado inicial o local onde atua o problema e o estado inicial de cada objeto referido. O estado final é iniciar um risco de incêndio na área definida no estado inicial se houver um ou mais objetos ligados. Os restantes dois problemas são semelhantes, alterando apenas o objeto que se encontra ligado.

```
(define (problem gas2);nome do problema é gas2
 (:domain gascook); nome do dominio correspondente
 (:objects cook-area gas2L gas5L gas10L);objetos que permitem resolver o
 problema
 (:init (area cook-area);area onde o problema atua
 (gasLigado gas2L);como queremos o problema resolvido
 (gasDesligado gas5L)
 (gasDesligado gas10L))
 (:goal (and (riskfire-started cook-area)));especificação do objetivo final
```

Excerto de Código 6.15: Código do problema *gas2*.

Para validar a existência de um plano através do domínio *gascook* e seus problemas, procedeu-se com a sua verificação onde foi obtido sempre um plano (*Founded plan*), o que permitiu confirmar que existe sempre risco de incêndio na área da cozinha (*cook-area*) sempre que uma botija de gás se encontra ligada. Na figura 6.30 podemos verificar o *output* obtido da conjugação do problema 6.15 com o domínio *gascook*.



Figura 6.30: Plano encontrado ap3s valida33o do dom3nio gascook e o problema gas2.

6.4.3.3 Dom3nio 3

O plano derivado do dom3nio *kitchenlouca* e do problema *pratos* tem como finalidade iniciar um risco de inc3ndio se existir lou3a utilizada/suja no meio ambiente. O ficheiro de dom3nio *kitchenlouca* possui o estado dos objetos ap3s a realiza33o de a33es, estes estados s3o: lou3a suja (*loicaSuja*), lou3a ainda com a refei33o (*loicaCComida*) e lou3a lavada (*loicaLavada*). A a33o *start-riskfire* tem o dever de iniciar um risco de inc3ndio se existir um ou mais objetos cujo o seu estado seja lou3a suja. O excerto de c3digo 6.16 cont3m o dom3nio definido anteriormente.

```
(define (domain kitchenlouca);nome do dominio 3 kitchenlouca
  (:predicates (area ?a);area correspondente
    (loicaSuja ?1);estado dos objetos ap3s a execu33o de a33es
    (loicaLavada ?1)
    (loicaCComida ?1)
    (riskfire-started ?a))

  (:action start-riskfire;a33o que altera o ambiente
    :parameters (?area ?loica)
    :precondition (and (area ?area)
      (loicaSuja ?loica)
      (not (loicaCComida ?loica))
      (not (loicaLavada ?loica))))
    :effect (and (riskfire-started ?area)));efeito resultante na 3rea
)
```

Excerto de C3digo 6.16: Dom3nio kitchenlouca relativo 3 3rea de cozinhar.

Desenvolveu-se um ficheiro de problema relativo ao dom3nio anterior. O ficheiro de problema criado possui os objetos, prato com restos de comida (*pratoRestos*), pratos com a refei33o (*pratoComida*) e pratos lavados (*pratoLimpo*). O ficheiro inclui no estado inicial do problema a 3rea do problema (*cook-area*) e como este se encontra e ainda qual o objetivo final, de como o problema deve estar no fim ap3s a execu33o da a33o. O problema est3 representado no excerto de c3digo 6.17.

```
(define (problem pratos);nome do problema
  (:domain kitchenlouca);nome do dominio a que se associa
  (:objects cook-area pratoRestos pratoComida pratoLimpo);objetos presentes no
    cen3rio
  (:init (area cook-area);area onde atua o problema
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
(loicaSuja pratoRestos);estado dos objetos a resolver  
(loicaCComida pratoComida)  
(loicaLavada pratolimpo))  
(:goal (and (riskfire-started cook-area)))));objetivo final
```

Excerto de Código 6.17: Código do problema referente ao domínio kitchenlouca.

Para verificar se um plano era gerado de acordo com o ficheiro de domínio e problema descritos anteriormente procedeu-se com a validação dos mesmos. Assim, resultou num plano, obtendo um risco de incêndio devido à existência de pratos sujos, podemos visualizar o *output* deste plano na figura 6.31.



Figura 6.31: Ilustra o output do plano obtido através do domínio kitchenlouca e do problema pratos.

6.4.4 Implementação do Planeamento no Jogo

O uso do planeamento ao longo do decorrer do jogo tem como objetivo verificar a possibilidade de risco de incêndio e alertar o jogador acerca dos objetos que permitem o desencadear deste risco. Estes alertas têm como principal função suscitar a atenção do jogador por forma a que este corrija o erro e evite a deflagração de um incêndio.

Seguidamente é explicado como se processa a chamada do planeador em ambos os desafios e qual o *output* gerado para alertar o jogador acerca das situações de risco, e por outro lado explicar o motivo de o jogo terminar assim que um tipo de risco de incêndio é detetado.

6.4.5 Validação dos Planos Implementados no Jogo

No processo de desenvolvimento do jogo, para alertar ao jogador acerca das situações de risco de incêndio através do planeamento automático, foi necessário obter informações de uma fonte externa (de um servidor) sendo necessário recorrer a uma API RESTful. Uma API RESTful corresponde a uma interface capaz de receber pedidos HTTP a fim de manipular dados. Sendo que a mensagem recebida pode estar em vários formatos nomeadamente no formato JSON.

Para validar os planos referentes aos ficheiros de domínio e do problema desenvolvidos anteriormente, realizou-se a inserção dos ficheiros de domínio e problema num dicionário

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

e de seguida enviados para o objeto *UnityWebRequest* para comunicar com o servidor *web* atrav3s do site .

Se o *upload* para o servidor *web* for bem sucedido obtemos uma resposta no formato *JSON*, caso contr3rio 3 retornado um *output* de erro.

Ao *output* obtido no formato *JSON*, 3 realizada a sua convers3o para um dicion3rio. Para verificar se um plano foi criado, este dicion3rio tem de possuir a *string* "OK". Caso um plano n3o seja validado, o dicion3rio deve conter a *string* "error".

Quando um plano 3 definido, realiza-se a convers3o da resposta para v3rios dicion3rios, at3 chegar ao resultado final do plano obtendo um dicion3rio cujo resultado seja id3ntico ao exemplificado no excerto de c3digo 6.18.

```
{ "name": "(start-riskfire campismo-area erva-seca)" }
```

Excerto de C3digo 6.18: Resultado obtido no formato dicion3rio acerca de um plano obtido

De seguida, para obter o objeto que causa o risco de inc3ndio 3 utilizado um delimitador para remover os caracteres, "e) , e por fim adquirir a 3ltima palavra que 3 objeto que causa o risco de inc3ndio, neste caso o objeto *erva-seca*.

Caso o *output* seja *error*, o resultado obtido 3 igualmente convertido para um dicion3rio, sendo obtido o resultado cuja *string* 3 "No plan will solve it". E desta forma verifica-se que n3o existe possibilidade de inc3ndio.

Para auxiliar a compreens3o do descrito anteriormente, encontra-se no ap3ndice A.13 o c3digo que permite obter a valida33o dos planos criados atrav3s dos ficheiros de dom3nio e de problema.

6.4.6 Chamada do Planeador no Desafio 1

Para o planeador ser ativado no primeiro desafio para avaliar o ponto de situa33o do risco de inc3ndio, o jogador tem de inserir a tenda no local 3 sua escolha. Se o local selecionado contiver materiais suscept3veis a incendiar, o alerta de risco inc3ndio 3 exibido, podendo o jogador verificar no alerta, qual o motivo da causa da possibilidade de inc3ndio. Ao realizar a limpeza do espa3o, o planeador verifica que j3 n3o possui os objetos que causam o risco de inc3ndio e assim, o alerta 3 alterado para a impossibilidade de risco de inc3ndio. O mesmo acontece se o jogador inserir a tenda num local limpo.

Nas figuras 6.32 e 6.33 podemos verificar dois pontos de situa33o diferentes, em rela33o ao mesmo local, uma com e sem o alerta de risco de inc3ndio.

O excerto de c3digo que permite realizar a valida33o do plano e verificar se existe risco de

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais



(a) Local susceptível a incendiar.

(b) Informações do alerta de risco de incêndio.

Figura 6.32: Local da instalação da tenda com resíduos e o respetivo alerta fornecido.



(a) Local limpo após limpeza do espaço.

(b) Informações de que não há risco de incêndio.

Figura 6.33: Local da instalação da tenda após a limpeza do espaço e a informação acerca da impossibilidade de incêndio.

incêndio é o representado em A.14.

6.4.7 Chamada do Planeador no Desafio 2

O jogador apenas avança para o segundo desafio se no primeiro não existir risco de incêndio, caso contrário, se o jogador indicar que o primeiro desafio se encontra completo e existir risco de incêndio, o jogo termina e desencadeia-se um fogo.

No desafio 2, o planeador é ativado à medida que o jogador desempenha as tarefas propostas no desafio.

Nos locais onde é proibida a realização de fogueiras, o planeador é ativado quando o objeto de uma fogueira é ativado naquele lugar, terminando o jogo. A figura 6.34 ilustra a tela apresentada ao jogador quando este escolhe um espaço onde tem de realizar fogueiras no chão para a confeção de alimentos seja para grelhar ou cozinhar. O excerto de código presente em A.15 representa o método responsável pela apresentação da tela apresentada na figura 6.34.

Para um incêndio não deflagrar e o jogo terminar, o jogador deve dirigir-se para os locais mais seguros para proceder com a confeção de alimentos. Ao dirigir-se para uma churrasqueira e realizar a fogueira no local, esta não causará nenhum perigo de incêndio,

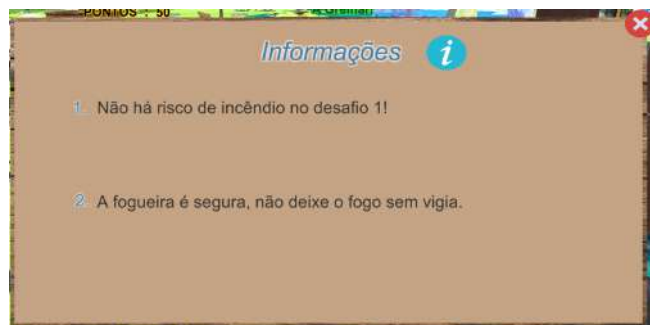


Figura 6.34: Interface gráfica de perda de jogo quando o jogador realiza fogueiras em sítios indevidos.

tendo em conta que é feita num local seguro. O jogador ao pressionar o botão informativo apresentado na figura 5.16a poderá visualizar a informação relativa a esta fogueira criada, sendo visível na figura 6.35. O excerto de código implementado em A.16 representa o uso do planeamento automático para verificar se existe risco de incêndio no local. Neste caso, um plano não foi criado uma vez que a fogueira é segura e por isso não existe risco de incêndio.



(a) Fogueira criada na churrasqueira.



(b) Informações de que não há risco de incêndio relativamente a esta fogueira.

Figura 6.35: Informação relativa à realização de uma fogueira num local seguro.

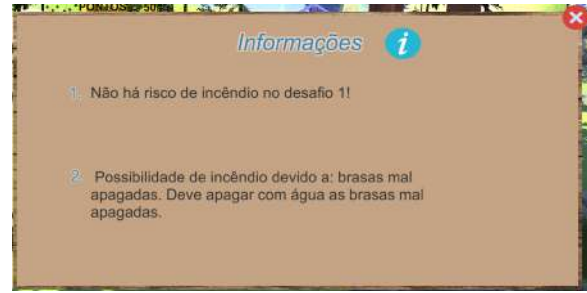
Quando termina o processo de grelhar, as brasas acesas são ativadas. O planeador é ativado assim que estas são apresentadas no cenário, surgindo um alerta de risco de incêndio. Na figura 6.36 podemos verificar a informação que é despoletada na janela das informações quando existem brasas acesas ativas no cenário. No excerto de código presente em A.17 podemos visualizar como o planeamento automático é aplicado para enumerar qual o objeto que permite ativar o risco de incêndio.

O jogador para realizar a tarefa de confecção de um prato de acompanhamento deve dirigir-se para o fogão industrial presente no jogo. Ao proceder com a tarefa de cozinhar tem de

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais



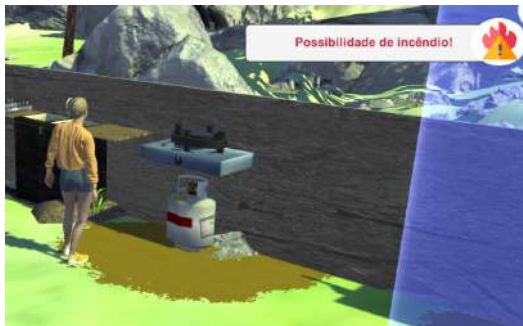
(a) Brasas apresentadas após o processo de grelhar e o alerta de risco de incêndio.



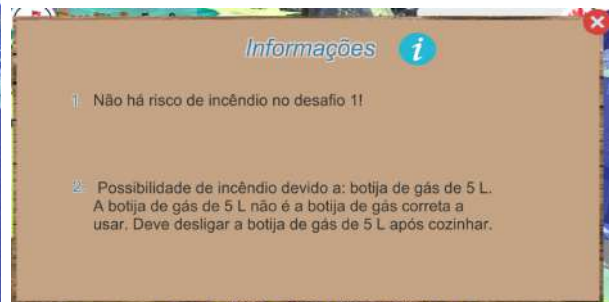
(b) Informação despoletada acerca do risco de incêndio que as brasas provocam.

Figura 6.36: As brasas ao serem inseridas no cenário, causam risco de incêndio para o meio ambiente.

escolher uma botija de gás. A botija de gás ao ser ativada no cenário o planeador é acionado realizando um alerta de risco de incêndio. O alerta deve-se ao facto de as botijas de gás serem uma fonte de foco de incêndio, e devido às perdas de gás que estas têm ao longo do tempo, mesmo não sendo utilizadas. Na figura 6.37 é representado o alerta obtido quando uma botija de gás é ligada. O trecho de código demonstrado em A.18 explica o processo de como o alerta é fornecido ao jogador através do planeador.



(a) Botija de gás ligada.



(b) Informação apresentada acerca do risco de incêndio que a botija de gás provoca.

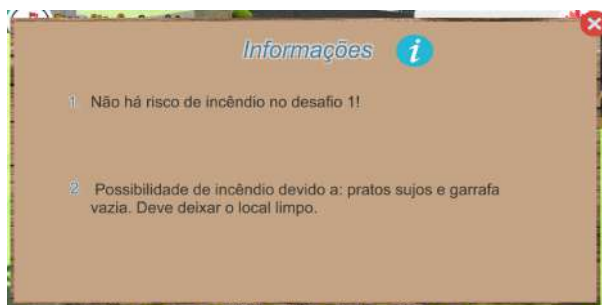
Figura 6.37: As brasas ao serem inseridas no cenário, causam risco de incêndio para o meio ambiente.

Por último, após a refeição estar completa, o jogador deve alimentar-se. No fim de terminar a refeição, os pratos sujos ficam visíveis. Neste ponto o planeador é de novo ativado alertando o jogador acerca do risco de incêndio devido aos pratos sujos existentes e devido à garrafa de plástico. O descrito anteriormente é visível na figura 6.38. Por forma a auxiliar a compreensão da chamada do planeador para verificar a existência de risco de incêndio devido aos pratos sujos foi implementado o excerto de código presente em A.19.

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais



(a) Louça suja após o jogador terminar a refeição.



(b) Informação apresentada acerca do risco de incêndio devido à louça suja e resíduos presentes

Figura 6.38: As figuras ilustram que existe risco de incêndio devido à existência de louça suja e resíduos.

Capítulo 7

Testes de Validação e Aprimoramentos

Este capítulo visa esclarecer os diferentes testes realizados à aplicação bem como detalhar os resultados obtidos em todos os componentes integrantes do jogo. O principal objetivo destes testes é criar eventos que poderão causar erro e verificar como o sistema se comporta perante este tipo de situações. Os erros obtidos foram corrigidos por forma a melhorar a aplicação, obtendo um jogo mais robusto.

Neste capítulo pretende-se sobretudo verificar se o jogo obedece às funcionalidades impostas pelo utilizador e averiguar se o jogo é eficiente quanto ao tempo de resposta na execução das tarefas propostas.

7.1 Testes de Compatibilidade

O principal objetivo dos testes de compatibilidade é verificar se o jogo funciona em diferentes tipos de versões Android e iOS, oferecendo a possibilidade de atrair mais público para utilizar a aplicação. Por outro lado, estes testes têm como finalidade verificar se o jogo tem variabilidade no sentido em que a interface gráfica se adapta a diferentes configurações de ecrã.

O Unity possui um recurso designado por *Device Simulator*. Este tem a capacidade de simular como os aspetos da aplicação se irão comportar num dispositivo móvel. Este simulador tem como propósito visualizar a disposição dos componentes da aplicação e testar interações básicas existentes no jogo [Tec20].

No *Device Simulator* verificou-se que a aplicação obedeceu aos toques produzidos no ecrã e apresentou uma boa resolução nos diferentes tipos de dispositivos móveis simulados: iPhone 12 Pro, Apple iPad Air 2, Samsung Galaxy S10+, Huawei P9, LG Nexus 5, Razer Phone e Motorola Moto E. Verificou-se que a resolução de ecrã da aplicação se adapta bem aos diferentes tipos de dispositivos e que o desempenho do jogo manteve-se.

Por outro lado, como a experiência de jogar no simulador não é muito realística, o jogo foi testado em dois dispositivos diferentes. No dispositivo Xiaomi Mi A3 de resolução 1520 x 720 com a versão Android 11 (R) e no dispositivo móvel Google Pixel 2 XL de resolução 1440 x 2880 com a versão Android 8 (Oreo). Nestes testes de compatibilidade

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

verificou-se que as interfaces gráficas se ambientam à resolução de ecrã existente, sendo o desempenho do jogo fluído sem existir de falhas ao longo do decorrer do jogo.

7.2 Testes ao Nível das Interfaces Gráficas

Para comprovar a eficácia do sistema foram realizados testes manuais ao nível da interface gráfica do jogo. Neste tipo de testes não foram utilizadas ferramentas automatizadas para a execução destes. Os testes manuais são caracterizados pela eficácia que conseguem ter, visto que é possível obter erros que passam despercebidos em outros testes automatizados. Estes são realizados por seres humanos que através de vários casos testes pretendem obter o resultado esperado.

Na tabela 7.1 podemos visualizar os principais testes elaborados à interface inicial do jogo, ver qual o resultado esperado e o obtido.

Tabela 7.1: Testes manuais realizados à interface gráfica inicial do jogo.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão de jogar.	Redirecionado para o ecrã principal do jogo, indicando uma informação "A carregar".	Apresentação da informação "A Carregar" e inicia a página principal do jogo.
Pressionar o botão de instruções.	Aparecimento da interface das instruções.	Apresenta a interface das instruções.
Pressionar o botão de sair.	Aplicação fecha.	O jogo é removido do ecrã do dispositivo móvel.
Pressionar o botão de selecionar o idioma.	Apresenta os diferentes idiomas existentes.	Exibe os idiomas existentes no jogo.
Pressionar o idioma <i>English</i> .	A linguagem do jogo altera para inglês se o idioma anteriormente estava em português.	O idioma altera para inglês se anteriormente o idioma estava em português.
Pressionar o idioma <i>Português</i> .	A linguagem do jogo altera para português se o jogo anteriormente estava em inglês.	O idioma altera para português se anteriormente o idioma estava em inglês.
Internet desligada.	Apresenta o botão para tentar de novo ou invés de jogar e é apresentada a informação "Sem ligação à Internet! Tente novamente!".	Exibe o botão de tentar de novo, ao invés do botão de jogar e a informação "Sem ligação à Internet! Tente novamente!" é exibida.

A tabela 7.2 apresenta os testes efetuados à interface principal do jogo.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 7.2: Testes manuais realizados à interface gráfica principal do jogo.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão dos objetivos.	Apresenta o desafio que está a decorrer no momento.	Exibe a interface do desafio que está a decorrer.
Clicar no botão dos alertas de risco de incêndio.	Apresenta uma interface com informações acerca da existência de risco de incêndio de cada desafio.	Exibe a interface que contém informações acerca da existência de risco de incêndio.
Pressionar o botão de saída do jogo.	O jogo é colocado em pausa, exibindo 4 botões, o de continuar, ver instruções, o de regressar ao menu e o de sair do jogo.	Pausa realizada no jogo exibindo os botões: continuar, instruções, menu e sair.
Deslizar o <i>joystick</i> de andar.	A personagem principal do jogo começa a andar de acordo com a direção indicada no <i>joystick</i> .	O jogador começa andar conforme a direção imposta no <i>joystick</i> .
Deslizar o <i>joystick</i> de rodar a câmara.	A câmara começa a rodar de acordo com a direção estipulada no <i>joystick</i> .	A câmara altera a sua rotação no sentido da direção do <i>joystick</i> .
Clicar no botão de comer e não existir um prato de refeição.	Notificação de erro, indicando que não existe comida para comer.	Mensagem de erro exibida, de que não há comida para comer.
Clicar no botão de comer estando o jogador perto do prato de comida.	Animação de comer é despoletada no jogador.	O jogador começa a alimentar-se através da animação presente no botão.
Clicar no botão de comer estando o jogador longe do prato de comida.	Notificação de erro, indicando que o jogador se encontra longe do prato.	Mensagem de erro exibida, de que está longe do prato.
Pressionar o botão de depositar objetos no lixo, sem ter objetos na mão do jogador	Notificação de erro, indicando que não tem lixo para depositar no caixote.	Mensagem de erro exibida, de que não possui lixo para depositar no caixote.
Pressionar o botão de depositar objetos no lixo, tendo objetos na mão, mas está longe do lixo.	Notificação de erro, indicando que está longe do lixo.	Mensagem de erro exibida, de que está longe do caixote do lixo.
Carregar no botão de apanhar objetos do chão, estando próximo do objeto.	Animação de apanhar objetos é despoletada no jogador, apanhando o objeto do chão.	Animação de apanhar objetos do chão é exibida no jogador, ficando este com o objeto na mão.
Carregar no botão de apanhar objetos do chão, não havendo qualquer objeto no chão.	Notificação de erro, indicando que não há objetos para apanhar.	Mensagem de erro exibida que não existem objetos para apanhar do chão.
Premir o botão de remover materiais combustíveis, estando perto destes.	A vegetação ou lenha existente é eliminada do cenário, apresentando uma informação de confirmação.	Mensagem exibida de que os materiais foram removidos com sucesso e estes desaparecem do ecrã.
Premir o botão de remover materiais combustíveis, estando longe destes.	Notificação de erro apresentada, indicando que não existem materiais combustíveis para remover no local.	Mensagem erro apresentada, informando que não existem materiais combustíveis para remover do local.
Pressionar o botão de visualizar o <i>minimap</i> .	Exibição de um mapa aéreo, podendo visualizar o meio ambiente.	Apresenta uma interface com o mapa aéreo, onde é visível o meio ambiente.
Pressionar o botão de “esconder” botões.	Os botões inferiores desaparecem do ecrã.	Os botões que permitem realizar tarefas desaparecem do ecrã.
Pressionar o botão de “exibir” botões.	Os botões inferiores aparecem no ecrã.	Os botões que permitem realizar tarefas ficam visíveis no ecrã.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

A tabela 7.3 representa os principais testes produzidos na interface gráfica de pausa do jogo.

Tabela 7.3: Testes manuais realizados à interface gráfica de pausa do jogo.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão de “continuar”.	A interface gráfica de pausa desaparece do ecrã e o jogo volta ao seu normal desenrolar.	A interface gráfica de pausa fica invisível e o jogo continua o seu progresso.
Clicar no botão de “instruções”.	A interface gráfica das instruções do jogo é apresentada ao jogador.	Exibe a interface gráfica que possui as instruções do jogo.
Clicar no botão de “menu”.	O jogo regressa à sua página inicial onde contém as instruções, o idioma e o botão de jogar.	Exibe o ecrã inicial do jogo.
Clicar no botão de “sair”.	A aplicação do jogo é encerrada.	A aplicação do jogo é fechada.

Na tabela 7.4 encontram-se os testes realizados às interfaces gráficas que possuem os desafios do jogo.

Tabela 7.4: Testes manuais realizados às interfaces gráficas dos desafios.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Clicar no botão de “sair”.	A interface gráfica do desafio desaparece do ecrã.	A interface gráfica do desafio fica invisível.
Pressionar o botão de “completar o desafio”.	Exibe uma nova interface, questionando se tem a certeza de concluir o desafio.	Apresenta uma interface se pretende confirma a conclusão do desafio.

A tabela 7.5 reproduz os testes implementados às interfaces que permitem realizar a confirmação de que os desafios estão completos.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 7.5: Testes manuais realizados às interfaces gráficas de completar desafios.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão de “sim” e, não existem tarefas por completar e não há risco de incêndio.	A interface gráfica do desafio desaparece do ecrã. Inicia um novo desafio.	A interface gráfica do desafio fica invisível e começa o próximo desafio.
Pressionar o botão de “sim” e, não existem tarefas por completar e existir risco de incêndio.	A interface gráfica do desafio desaparece do ecrã. É apresentada a interface gráfica de perda de jogo, iniciando um incêndio no local onde existem os objetos que desencadeiam o risco de incêndio.	A interface gráfica do desafio fica invisível e o jogo termina, iniciando um incêndio devido aos objetos que provocam o risco de incêndio.
Pressionar o botão de “sim” e existem tarefas por completar.	A interface gráfica do desafio desaparece do ecrã e é apresentada uma mensagem informando que o desafio não está completo.	A interface gráfica do desafio fica invisível e é exibida uma mensagem de que o desafio está incompleto.
Pressionar o botão de “não”.	A interface gráfica do desafio desaparece do ecrã, e o jogo não avança para o desafio seguinte.	A interface gráfica fica invisível e o desafio a completar permanece.

A tabela 7.6 mostra os testes realizados à interface gráfica que possui a questão “Prentende visualizar as regras do parque?”.

Tabela 7.6: Testes manuais realizados à interface gráfica de visualizar as regras do jogo.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão de “sim”.	A interface gráfica da questão de visualizar regras desaparece do ecrã e é apresentada uma interface com um conjunto de regras.	A interface gráfica fica invisível e exhibe a interface que contém as regras do parque.
Pressionar o botão de “não”.	A interface gráfica da questão de visualizar regras desaparece do ecrã.	A interface gráfica da questão de visualizar as regras fica invisível.

Na tabela 7.7 possui os testes produzidos na interface gráfica que possibilita a colocação de uma tenda no parque de campismo.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 7.7: Testes manuais realizados à interface gráfica de colocar uma tenda no cenário.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Premir o botão de “sim”.	A interface gráfica da questão de posicionar a tenda naquele local desaparece do ecrã e uma tenda é colocada naquela posição.	A interface gráfica que possui a questão de posicionar a tenda fica invisível e uma tenda é inserida no meio ambiente.
Premir o botão de “não”.	A interface gráfica da questão de posicionar a tenda naquele local desaparece do ecrã e o cenário permanece idêntico.	A interface gráfica que possui a questão de posicionar a tenda fica invisível e o cenário do jogo continua semelhante, sem alterações.

Os testes manuais realizados à interface gráfica que permite efetuar grelhados encontram-se na tabela 7.8.

Tabela 7.8: Testes manuais realizados à interface gráfica de realizar grelhados.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Premir o botão de “grelhar peixe”.	A interface gráfica da questão do que pretende grelhar desaparece do ecrã e uma fogueira é apresentada no local onde o jogador escolheu realizar o grelhado.	A interface gráfica que possui a questão do que pretende grelhar fica invisível e uma fogueira é inserida no local selecionado pelo jogador.
Premir o botão de “grelhar carne”.	A interface gráfica da questão do que pretende grelhar desaparece do ecrã e uma fogueira é apresentada no local onde o jogador escolheu realizar o grelhado.	A interface gráfica que possui a questão do que pretende grelhar fica invisível e uma fogueira é inserida no local selecionado pelo jogador.
Premir o botão de “fechar”.	A interface gráfica da questão do que pretende grelhar desaparece do ecrã do jogador.	A interface gráfica que possui a questão do que pretende grelhar fica invisível para o jogador.

A tabela 7.9 representa os testes produzidos para testar a interface gráfica de confeção de pratos de acompanhamento.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 7.9: Testes manuais realizados à interface gráfica de realizar pratos de acompanhamento.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Clicar no botão de “cozinhar arroz”.	A interface gráfica de cozinhar desaparece do ecrã e a interface gráfica de seleção da botija é apresentada.	A interface gráfica que possibilita cozinhar fica invisível e a interface gráfica de seleção da botija é exibida.
Clicar no botão de “cozinhar massa”.	A interface gráfica da questão do que pretende cozinhar desaparece do ecrã e a interface gráfica de seleção da botija é apresentada.	A interface gráfica que possui a questão do que pretende cozinhar fica invisível e a interface gráfica de seleção da botija é exibida.
Clicar no botão de “fechar”.	A interface gráfica de cozinhar desaparece do ecrã do jogador.	A interface gráfica que permite cozinhar fica invisível para o jogador.

Os testes produzidos para a tabela 7.10 verificam se a interface gráfica de seleção da botija de gás executa as suas funcionalidades como o expectável.

Tabela 7.10: Testes manuais realizados à interface gráfica de seleção da botija de gás.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Clicar no botão da “botija de 2 litros”.	A interface gráfica de seleção da botija de gás desaparece do ecrã e é apresentado no fogão industrial, a botija de 2 litros, uma panela e o progresso de confeccionamento do prato.	A interface gráfica que permite a seleção da botija de gás fica invisível e é exibido no cenário o progresso da tarefa de cozinhar, bem como a botija de gás selecionada e uma panela no fogão.
Clicar no botão da “botija de 5 litros”.	A interface gráfica de seleção da botija de gás desaparece do ecrã e é apresentado no fogão industrial, a botija de 5 litros, uma panela e o progresso de confeccionamento do prato.	A interface gráfica que permite a seleção da botija de gás fica invisível e é exibido no cenário o progresso da tarefa de cozinhar, bem como a botija de gás selecionada e uma panela no fogão.
Clicar no botão da “botija de 10 litros”.	A interface gráfica de seleção da botija de gás desaparece do ecrã e é apresentada no fogão industrial, a botija de 10 litros, uma panela e o progresso de confeccionamento do prato.	A interface gráfica que permite a seleção da botija de gás fica invisível e é exibido no cenário o progresso da tarefa de cozinhar, bem como a botija de gás escolhida e uma panela no fogão.
Clicar no botão de “fechar”.	A interface gráfica de seleção da botija de gás desaparece do ecrã do jogador.	A interface gráfica que permite a seleção da botija de gás fica invisível para o jogador.

A tabela 7.11 apresenta os testes manuais produzidos à interface gráfica que permite desligar a botija de gás presente no cenário.

Jogo SériO para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 7.11: Testes manuais realizados à interface gráfica de desligar a botija de gás.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão “sim”.	A interface gráfica de desligar a botija de gás desaparece do ecrã assim como a botija presente no fogão industrial.	A interface gráfica de desligar a botija de gás fica invisível e a botija de gás é retirada do cenário.
Pressionar o botão “não”.	A interface gráfica de desligar a botija de gás desaparece do ecrã mas a botija permanece ligada ao fogão.	A interface gráfica de desligar a botija de gás fica invisível e a botija continua ligada ao fogão industrial.

Na tabela 7.12 encontram-se os testes efetuados à interface gráfica que permite pegar num balde de água presente no reservatório de água existente no parque de campismo.

Tabela 7.12: Testes manuais realizados à interface gráfica de pegar no balde de água.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão “sim”.	A interface gráfica de pegar o balde de água desaparece do ecrã e o balde é posicionado na mão do jogador.	A interface gráfica de pegar o balde de água fica invisível e o balde é colocado na mão do jogador.
Pressionar o botão “não”.	A interface gráfica de pegar o balde de água desaparece do ecrã e o balde permanece na mesma posição.	A interface gráfica de pegar o balde de água fica invisível e o balde continua no mesmo local.

Os testes manuais realizados à interface gráfica de extinguir as brasas encontram-se disponíveis na tabela 7.13.

Tabela 7.13: Testes manuais realizados à interface gráfica de extinguir as brasas acesas.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão “sim”.	A interface gráfica que permite extinguir as brasas desaparece do ecrã, balde é removido da mão do jogador, uma animação da água a apagar as brasas fica visível e estas desaparecem do cenário.	A interface gráfica que possibilita a extinção das brasas fica invisível, o balde é retirado da mão do jogador, uma animação da água é exibida nas brasas e estas desaparecem.
Pressionar o botão “não”.	A interface gráfica que permite extinguir as brasas desaparece do ecrã, as brasas acesas continuam presentes no cenário e o balde de água permanece na mão do jogador.	A interface gráfica de pegar o balde de água fica invisível, as brasas permanecem acesas e o balde fica na mão do jogador.

A tabela 7.14 representa os testes produzidos à interface gráfica que permite pegar no prato para proceder com a sua limpeza.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Tabela 7.14: Testes manuais realizados à interface gráfica que permite pegar no prato e proceder a sua limpeza.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão “sim”.	A interface gráfica que possibilita pegar no prato desaparece do ecrã do jogo e o prato sujo é posicionado na mão do jogador.	A interface gráfica que permite pegar no prato fica invisível e o prato é colocado na mão do jogador.
Pressionar o botão “não”.	A interface gráfica que possibilita pegar no prato desaparece do ecrã do jogo e o prato sujo permanece na mesa.	A interface gráfica que permite pegar no prato fica invisível e o prato continua na mesa.

Por último, os testes realizados à interface gráfica que permite proceder com a lavagem da louça encontram-se na tabela 7.15.

Tabela 7.15: Testes manuais realizados à interface gráfica que permite realizar a lavagem da louça.

Descrição do teste	Resultado esperado	Resultado obtido
Pressionar o botão “sim”.	A interface gráfica que possibilita a lavagem dos pratos desaparece do ecrã do jogo, uma barra do progresso da lavagem é exibida e no fim os pratos limpos são dispostos no escorredor de louça presente no jogo.	A interface gráfica que permite a lavagem de pratos fica invisível, aparecendo uma barra do progresso da lavagem e, no fim são exibidos os pratos no escorredor de louça.
Pressionar o botão “não”.	A interface gráfica que possibilita a lavagem de pratos desaparece do ecrã e o jogador permanece com os pratos sujos na sua mão.	A interface gráfica que permite a lavagem de pratos fica invisível e o prato continua na mão do jogador.

Perante os resultados visíveis nas tabelas expostas anteriormente, podemos concluir que o resultado esperado é idêntico ao resultado obtido, verificando que todas as interfaces gráficas desempenham corretamente todas as acções que o utilizador solicita.

7.3 Conclusão

Ao longo do desenvolvimento do jogo, todas as funcionalidades desenvolvidas foram continuamente testadas e todos os erros detetados foram corrigidos. Quanto aos testes de compatibilidade, as interfaces gráficas obedecem às resoluções de ecrãs distintas, visto que aquando o seu desenvolvimento foi adicionada uma característica às interfaces designada por *Scale With Screen Size* que permite que as interfaces se adaptem de acordo com a resolução de ecrã existente. Quanto aos testes manuais realizados podemos verificar que o jogo desenvolvido obedece às características a que o jogo se propõe, uma vez que,

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

para todos os testes realizados, os resultados esperados das funcionalidades desenvolvidas correspondem aos resultados obtidos.

Capítulo 8

Avaliação Final do Jogo

Para averiguar se o jogo desenvolvido possui a capacidade de transmitir conteúdos acerca da prevenção de incêndios procedeu-se com a realização de testes através de utilizadores. Estes testes, voluntários, têm como função aferir se a utilização do jogo contribui para o aumento de conhecimentos relativamente à prevenção de incêndios e analisar o *feedback* dos utilizadores.

Procedeu-se com a elaboração de um guião presente no Anexo B, que permitiu orientar os utilizadores para responderem aos três questionários elaborados. O primeiro tem como propósito avaliar o conhecimento prévio dos utilizadores inquiridos de acordo com cenários concretos no contexto de um parque de campismo. O segundo questionário tem a finalidade de analisar se o jogo ajuda o utilizador a adquirir informações sobre boas práticas de prevenção de incêndios através da repetição das questões inquiridas no questionário inicial. Por último, o terceiro questionário, tem como objetivo examinar a usabilidade do jogo e a experiência dos utilizadores através dos seus *feedbacks*.

Nas seções que se seguem, é realizada uma análise dos dados demográficos dos participantes inquiridos e são apresentados os resultados dos testes efetuados através dos questionários bem como a análise dos mesmos.

8.1 Resultados Demográficos

Os dados demográficos da população inquirida são relevantes visto que representam as características dos participantes dos inquéritos, fornecendo dados relativos ao perfil da pessoa bem como informações acerca dos seus hábitos.

Os testes realizados contaram com 20 participantes dos quais 75% correspondem ao sexo masculino e 25% ao sexo feminino, como visualizamos na figura 8.1. A maioria da população situa-se na faixa etária dos 18 a 24 anos, sendo uma pequena parte entre os 25 e 34 anos e uma parte mais residual com a idade entre os 45 e 54 anos. Estes dados são visíveis na figura 8.2. Identificar o sexo e a faixa etária dos participantes tem como finalidade identificar as possíveis diferenças de comportamento entre mulheres e homens, e a identificação da faixa etária dos indivíduos permite verificar que pessoas com a mesma faixa etária apresentam um comportamento idêntico [D'A21].

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

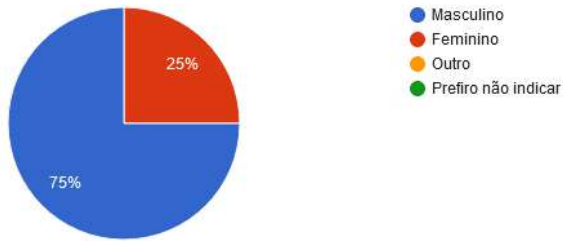


Figura 8.1: Gráfico explicativo do género.

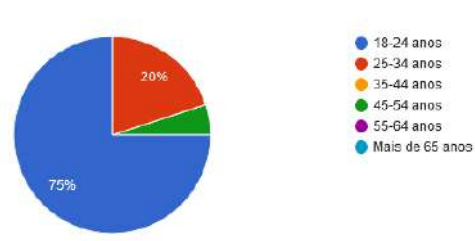


Figura 8.2: Gráfico explicativo da faixa etária.

Averiguar as habilitações dos participantes inquiridos é pertinente para aferir qual o grau de escolaridade dos utilizadores para efetuar uma análise mais crítica de acordo com a análise dos resultados. Na figura 8.3 verificamos que maioria possui uma licenciatura, 30% contém mestrado e uma minoria de 10% contém o ensino secundário.

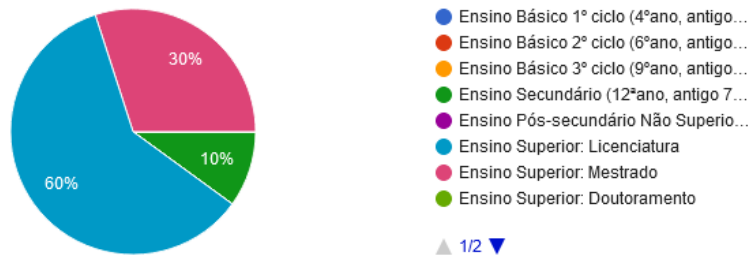


Figura 8.3: Escolaridade dos inquiridos.

Os participantes foram inquiridos acerca da questão de qual a frequência com que jogavam jogos digitais. Os resultados obtidos estão representados na figura 8.4 que demonstra que 40% dos participantes jogam ocasionalmente, 30% com muita frequência, 20% jogam frequentemente e a restante população joga raramente ou muito raramente. Estes dados permitem verificar que maioria dos participantes ao jogar o jogo desenvolvido conseguem adaptar-se com facilidade ao jogo do que uma pequena minoria que sentiu mais dificuldade a entender como se jogava mesmo com o auxílio das instruções.

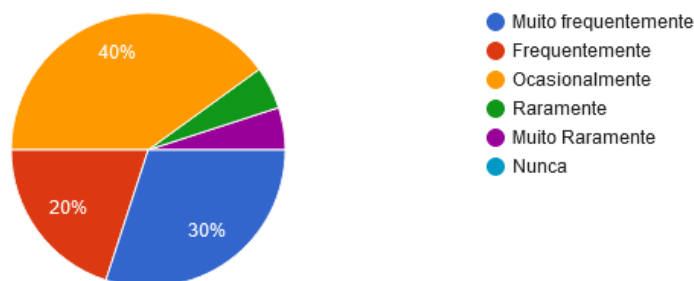


Figura 8.4: Frequência com que os inquiridos jogam jogos digitais.

Para investigar com que frequência os participantes utilizavam parques de campismo foi elaborada uma questão. A figura 8.5 apresenta o gráfico da frequência com os utiliza-

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

dores usam parques de campismo verificando-se que apenas 40% usa ocasionalmente, 35% muito raramente, 15% raramente, 5% nunca frequentou e apenas 5% usa frequentemente. Esta questão é fulcral na medida em que permite analisar se os utilizadores estão familiarizados com o ambiente de parque de campismo.

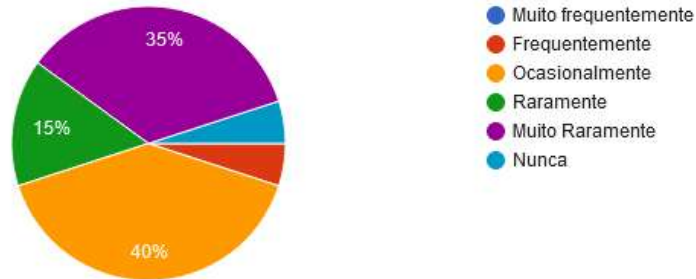


Figura 8.5: Frequência com que os inquiridos usam parques de campismo.

8.2 Conhecimentos Adquiridos

Por forma a determinar se o jogo ajuda os utilizadores a adquirir informações sobre boas práticas acerca da prevenção de incêndios, foi-lhes pedido que preenchessem quatro questões acerca de cenários de parques de campismo. Depois de preenchidas, os utilizadores jogaram o jogo e voltaram a responder às mesmas quatro perguntas para se poder realizar uma comparação.

A primeira questão foi: “Os teus amigos convidaram-te para passar uns dias num parque de campismo. À tua chegada ao parque, os teus colegas já se encontram instalados. Tendo em conta a imagem, onde se encontram as tendas dos teus amigos, em que local é que colocarias a tua tenda?” A imagem é a figura apresentada em 8.6.



Figura 8.6: Imagem que suporta a questão 1 [Boo21].

De acordo com as respostas iniciais dos participantes verifica-se que, de uma forma geral, os inquiridos preocupam-se apenas com um local que esteja livre para instalar a tenda. Obtendo respostas como: “Colocar onde houver espaço.”, “À esquerda da imagem, no

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

espaço livre.”, “Algures do lado esquerdo da imagem, perto das 2 tendas azuis.” ou “Num local vazio à esquerda da imagem”.

Após estes jogarem o jogo houve uma melhoria significativa nas respostas obtidas à questão. Após o jogo e de acordo com as respostas dos participantes deu a entender que estes poderão ficar mais sensibilizados quanto ao local onde podem posicionar a tenda. Estes, após o jogo, segundo as respostas fornecidas poderão optar por escolher um local limpo sem a existência de materiais inflamáveis e até afastados das tendas dos seus amigos e indivíduos existentes no parque. As respostas obtidas foram idênticas às seguintes: “Devo por a minha tenda num sítio limpo e sem estar ocupado”, “Colocava num sítio sem arbustos e vegetação combustível”, “Colocaria a tenda do lado esquerdo da imagem, próximo das 2 tendas azuis, porque me parece um local sem vegetação seca e sem resíduos espalhados no chão.”, “Procuraria um local limpo e afastado de vegetação a uma distância segura das restantes tendas.” ou “Tenho de ver se o local está limpo e depois devo pôr lá a tenda”.

A segunda questão foi: “No parque de campismo tens a possibilidade de realizar grelhados, através de uma churrasqueira semelhante à que é mostrada abaixo. O que farias às brasas após o grelhado estar concluído?”. A churrasqueira exibida na pergunta é a apresentada na figura 8.7.



Figura 8.7: Churrasqueira exibida na questão 2 [Mer21].

As respostas obtidas no questionário prévio demonstram que a maioria dos participantes iriam apagar as brasas acesas com água para que estas não reacendessem e alguns dos inquiridos não sabiam o que fazer ou deixavam as brasas como estavam para uma futura utilização. Após a experiência com o jogo, verifica-se que os participantes podem ser mais cautelosos uma vez que, pelas respostas obtidas, eles preocuparam-se com a total extinção das brasas e com a limpeza do local para que outro utilizador do parque possa usar a churrasqueira. Assim verifica-se que os inquiridos poderão alterar o seu comportamento de modo a prevenir incêndios.

A terceira questão foi: “Supõe que acabaste de cozinhar com os objectos presentes na imagem. Tendo em conta que ainda vais ficar durante uns dias no parque, o que deves fazer com a botija de gás após a comida estar pronta?”. Os objetos referidos na questão

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

são apresentados na figura 8.8.



Figura 8.8: Objetos a que se refere a questão 3 [Bae20].

De acordo com as respostas iniciais ao questionário acerca desta questão verifica-se sobretudo que os utilizadores desligavam a botija de gás ou desligavam-na e guardavam-na em um local seguro. Após terem experimentado o jogo verifica-se que todos os utilizadores propõem desligar a botija de gás e guardá-la num sítio seguro, longe de fontes de calor e materiais inflamáveis.

A última questão realizada foi: “Durante a tua estadia, os teus amigos ou outros indivíduos deixam alguns resíduos no chão, como ilustrado na figura. Como procedes?”. A figura apresenta na questão é a exibida em 8.9.



Figura 8.9: Cenário correspondente à questão 4 [Chu21].

A última questão proposta aos participantes foi a que não revelou alterações no comportamento dos utilizadores antes e após terem jogado o jogo. Em ambas as fases os participantes procederiam com o comportamento expectável que seria recolher todo o lixo existente na área e depositá-lo no local destinado para o lixo e ainda abordavam os seus amigos do ato desordeiro cometido.

8.3 Opinião dos Utilizadores

Após os questionários que avaliaram os conhecimentos dos utilizadores procedeu-se com a realização de um último questionário que pretendeu avaliar a experiência dos participantes e a usabilidade do jogo.

Neste questionário, os utilizadores deram a sua opinião sobre se o jogo os tinha ensinado práticas acerca de prevenção que incêndios que desconheciam. Todos concordaram com a afirmação e indicaram qual/quais as práticas que desconheciam. Muitos aprenderam a ter em conta que o local onde se instala uma tenda deve estar limpo, ou seja sem resíduos e vegetação que seja susceptível a incendiar. Outra técnica adquirida foi o dever de extinguir na totalidade as brasas resultantes de um grelhado e, por fim outros aprenderam que a botija de gás deve ser guardada num local longe de fontes de calor.

De seguida, para avaliar a experiência dos participantes acerca do jogo, estes tiveram que avaliar afirmações numa escala de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). A avaliação dos participantes é representada no eixo dos x do histograma e as respostas no eixo dos y .

No último questionário podemos verificar que mais de metade da população inquirida (70%) concordaram totalmente acerca de o jogo ser uma boa abordagem para a aquisição de boas práticas acerca de prevenção de incêndios. Os resultados são visíveis na figura 8.10.

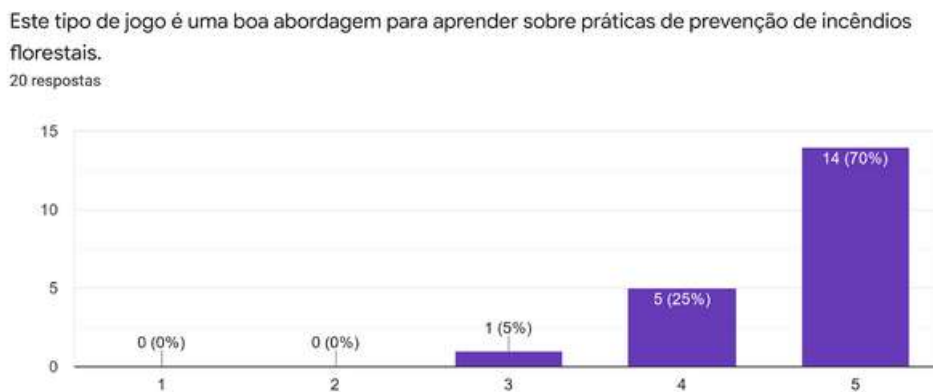


Figura 8.10: Resultados obtidos acerca da aquisição de boas práticas sobre prevenção de incêndios.

Seguidamente, para avaliar se a população no futuro irá ter mais cuidado na realização de atividades que podem suscitar um incêndio, 70% dos participantes classificou a afirmação numa escala de 5 e 30% numa escala de 4. O que sugere que os participantes irão ter mais cuidado a realizar determinadas tarefas. Os resultados em relação a esta afirmação são visíveis na figura 8.11.

Jogo S3rio para Preven33o de Fogos Florestais

Ap3s ter experienciado o jogo, irei ter mais precau33o na realiza33o de atividades que podem causar inc3ndio.

20 respostas

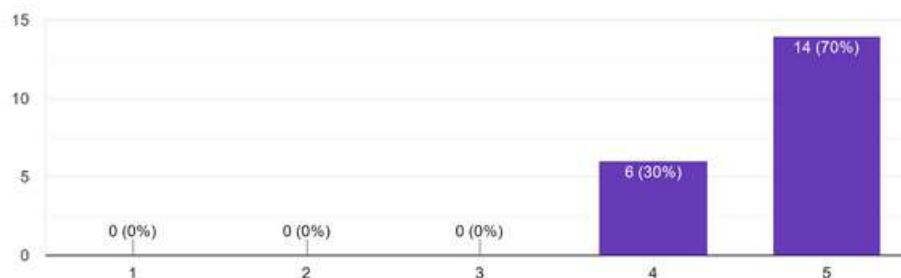


Figura 8.11: Resultados obtidos acerca da preocupa33o que os utilizadores ter da pr3xima vez ao realizar atividades que causem inc3ndios.

Quanto 33 capacidade de resolver problemas que possam causar risco de inc3ndio, 60% dos inquiridos classificaram a afirma33o na escala 5, 35% classificaram a afirma33o na escala 4 e apenas 5% classificaram a afirma33o na escala 3. Podemos ent3o afirmar que os participantes sentem-se aptos para resolver problemas de risco de inc3ndio que possam surgir em situa33es reais semelhantes 33 do cen3rio do jogo. Os resultados s3o vis3veis na figura 8.12.

Ap3s ter experienciado o jogo, sinto-me mais capaz de solucionar problemas que possam causar risco de inc3ndio.

20 respostas

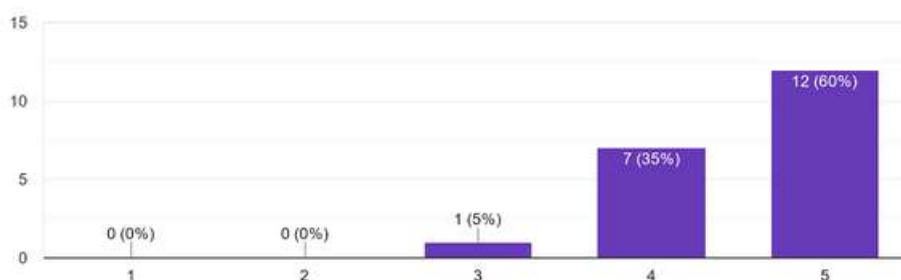


Figura 8.12: Resultados obtidos acerca da capacidade de resolver problemas que causem risco de inc3ndio.

Quanto 33 imers3o que o jogo fornece, 60% classificaram a imers3o numa escala de 4, 30% numa escala de 5 e uma pequena parte de 10% nem concorda nem discorda. Assim, verificamos que, de certa forma, o utilizador fica imerso na experi3ncia do jogo. Os resultados s3o vis3veis na figura 8.13.

Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais

O jogo cativa a atenção do jogador, na medida em que este fica imerso na experiência do jogo.
20 respostas

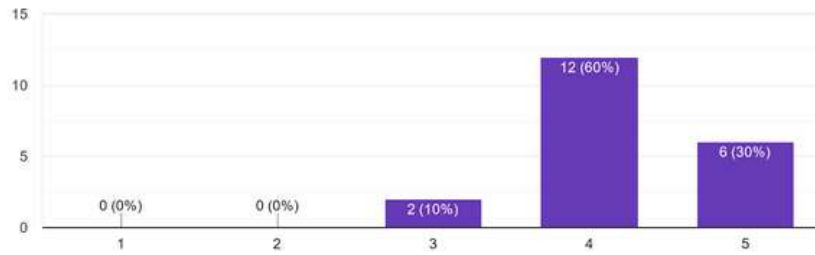


Figura 8.13: Resultados obtidos acerca da imersão do jogo.

Os participantes ainda avaliaram o desempenho do jogo, verificando se as tarefas solicitadas por estes eram realizadas no tempo devido, pelo que 35% avaliou a afirmação na escala de 5, mais de metade avaliou na escala de 4 e uma pequena parte nem concorda nem discorda. Os resultados são visíveis na figura 8.14.

O jogo é eficaz, isto é, desempenhou de forma correcta todas as tarefas que indiquei.
20 respostas

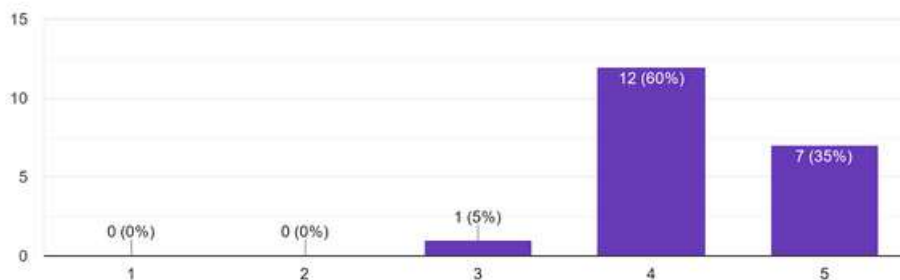


Figura 8.14: Resultados obtidos acerca do desempenho do jogo.

Foi avaliada a usabilidade do jogo permitindo verificar se é fácil de interagir e usar. Os resultados obtidos encontram-se na figura 8.15 onde é visível que metade concorda totalmente, e um quarto classifica a afirmação na escala 3 e 4. Assim, verificamos que o jogo de uma forma geral é de fácil usabilidade.

É fácil usar e interagir com o jogo.
20 respostas

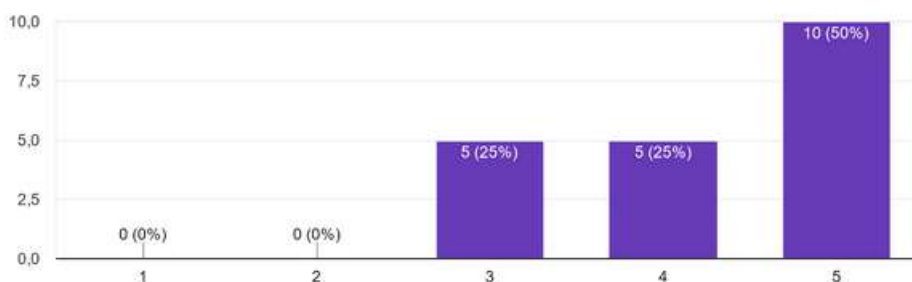


Figura 8.15: Resultados obtidos acerca da usabilidade do jogo.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Por fim, a última afirmação é acerca do *design* do jogo, onde verificamos que 65% dos participantes concorda totalmente em o *design* ser apelativo, 25% classifica a informação na escala de 4 e 10% não tem grande opinião acerca do *design*. Os resultados são visíveis em 8.16.

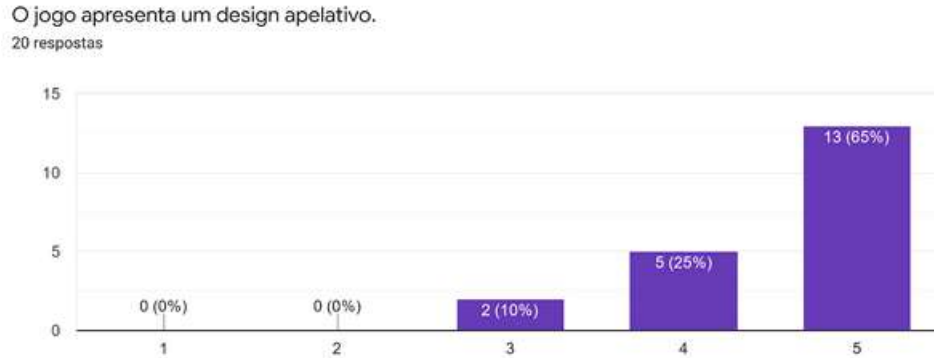


Figura 8.16: Resultados obtidos acerca do design do jogo.

No final do questionário os participantes ainda conseguiram partilhar sugestões de melhoramento ou qualquer outro problema que encontraram ao longo da sua experiência com o jogo. Não houve qualquer falha que os participantes indicassem, no entanto propuseram uma série de melhorias ou trabalho futuro a realizar como: aumento do tempo limite para a conclusão dos desafios, melhorar os botões de interação, colocar um som quando o tempo do desafio estivesse quase a terminar, melhorar o aspeto visual de acordo com os jogos padrões da atualidade, apresentar mais cenários de prevenção de incêndio ao longo do jogo, colocar situações onde fosse possível interagir com o fogo e por fim, e implementar *checkpoints* de modo a guardar desafios já previamente concluídos.

8.4 Conclusões

Em termos de aquisição de conhecimentos sobre prevenção de incêndios através deste jogo, podemos verificar que através das questões realizadas antes e após o jogo, é possível que o jogador altere o seu comportamento de modo a prevenir incêndios. Por outro lado, é gratificante verificar que o jogo pode levar à mudança do comportamento dos participantes inquiridos, pois este consegue ensinar práticas que previamente eram desconhecidas. Por outro lado, os participantes classificaram o jogo como sendo adequado para aprender novas tarefas e sensibilizá-los acerca da prevenção de incêndios.

De acordo com a experiência e usabilidade do jogo, a maioria dos utilizadores achou o jogo imersivo, eficaz no seu desempenho, de fácil usabilidade e atrativo no seu *design* gráfico. Por fim alguns dos aspetos de melhorias propostas foram melhoradas, nomeadamente o tempo de cada desafio foi alterado.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

Capítulo 9

Conclusão e Trabalho Futuro

Atualmente os jogos estão cada vez mais presentes na vida quotidiana da população. Estes são utilizados em várias áreas, nomeadamente na educação, ciência, saúde e segurança, tendo estes um papel preponderante para a aquisição de novos conhecimentos e estratégias utilizadas no dia-a-dia.

Ao longo deste projeto foi abordado o tema da prevenção de incêndios. Este tema é de elevada importância devido à frequência dos incêndios ao longo dos anos e dos danos provocados por estes. Para corrigir este problema têm sido elaborados vários trabalhos (aplicações e jogos) ao nível educativo e informativo por forma a consciencializar e sensibilizar a população quanto aos riscos e vulnerabilidades provocados pelos incêndios. A ideia da elaboração de um “jogo sério” para adoção de comportamentos que permitam prevenir os incêndios florestais surgiu por forma a atenuar estes riscos e as vulnerabilidades.

Para o desenvolvimento deste jogo foi utilizado o *software* Unity. Em comparação com outras plataformas de desenvolvimento foi o que apresentou melhor acessibilidade em relação à documentação e recursos e pelo facto de não existir um custo associado quanto à publicação do jogo. O jogo desenvolvido encontra-se em 3D, devido aos gráficos serem mais apelativos e realistas e foi desenvolvido nos idiomas de português e inglês para abranger um grande público de diferentes nacionalidades. Este jogo foi integrado numa aplicação móvel devido à elevada popularidade e adesão que estas têm hoje em dia. Neste jogo foi utilizada a técnica de Planeamento Automático para permitir gerar alterações na narrativa do jogo viabilizando a criação de diferentes narrativas de acordo com as ações do jogador.

Com o desenvolvimento deste jogo espera-se que a população adquira conhecimentos acerca das atitudes que se devem ter conta para a prevenção de incêndios. Os testes produzidos com os utilizadores veio a confirmar que realmente este jogo consegue ensinar novas práticas que a população desconhece. De acordo com os testes produzidos antes e depois de os utilizadores jogarem o jogo, os resultados obtidos das afirmações destes participantes sugere que estes podem alterar o seu comportamento de modo a prevenir incêndios. De acordo com o questionário que avalia a opinião dos participantes verificase que o jogo é um método que permite ensinar práticas de prevenção de incêndios, que consciencializa a população acerca das atividades que podem suscitar incêndios e verificase que os utilizadores que jogam o jogo sentem-se mais capazes a solucionar problemas

que provocam risco de inc3ndio. Quanto 3 experi3ncia dos participantes verifica-se que o jogo possibilita a imers3o do jogador, 3 de f3cil usabilidade, eficaz no desempenho de tarefas solicitadas e apresenta um bom *design*.

9.1 Trabalho Futuro

Apesar de considerarmos que o jogo desenvolvido alcan3a os objetivos propostos, existem v3rios aspetos que podem melhorar:

Implementa3o de sugest3es Como sugerido pelos participantes inquiridos, os melhoramentos poss3veis a realizar no jogo seria a coloca3o de *checkpoints* por forma a guardar desafios previamente j3 concluídos, melhorar o aspeto visual de acordo com os jogos padr3es da atualidade, colocar situa3es onde fosse poss3vel a intera3o do jogador perante um fogo, melhorar os bot3es interativos do jogo e por fim ser poss3vel alterar o jogador no ecr3 inicial.

Personagens secund3rias mais realistas. Um melhoramento poss3vel consiste em tornar o jogo mais realista, tornando o comportamento de personagens secund3rias mais diversificado. Uma possibilidade seria integrar as ideias do sistema MISER, onde 3 poss3vel especificar m3ltiplas regi3es din3micas com comportamentos diferentes para diversos agentes [MCPM17b, MCPM17a].

Gera3o autom3tica de dom3nios de planeamento. Para se criar novos cen3rios e garantir que o planeamento oferece variabilidade, 3 necess3rio criar novos dom3nios de planeamento. No entanto, esta 3 uma tarefa que exige conhecimento especializado e que, mesmo para especialistas, pode ser desafiante. Uma vez que existe muita informa3o sobre boas pr3ticas para a preven3o de inc3ndios (e.g. diretrizes, panfletos e instru3es para utilizadores de parques de campismo), seria 3til integrar trabalho recente que cria automaticamente (ou interativamente) dom3nios de planeamento a partir de informa3o escrita em l3ngua natural [PFLC21, PFLC20, HPFL20, HPFL20, LRF⁺17]. Isto poderia tamb3m ser integrado numa ferramenta *end-to-end* que, a partir de descri3es escritas em l3ngua natural, n3o s3 gera dom3nios de planeamento, mas tamb3m visualiza3es no jogo final [SLF⁺17].

Alternativa ao planeamento. Seria interessante explorar se, no lugar do planeamento, poder3amos ter abordagens mais l3gicas como, por exemplo, l3gica linear [MBFC13, MFBC14, EBF⁺16]. Estas abordagens poderiam permitir extens3es mais naturais para suportar racioc3nio sobre comportamentos dos jogadores (por exemplo, racioc3nio contrafactual, onde os jogadores poderiam, no final de um cen3rio, perguntar quest3o do tipo “o que aconteceria se em vez do que fiz, eu fizesse X?”). Outro aspecto formal que poderia ser interessante explorar, para, por exemplo, adaptar o jogo a diferentes tipos de jogador, 3 o de *Constraint Programming* [MPFL17].

Apêndice A

Trechos de Código no âmbito do projeto

Neste apêndice encontram-se representados trechos de códigos relevantes e mencionados ao longo do relatório.

O seguinte código A.1 permite realizar o movimento da câmara do mapa seguindo o jogador, para que o jogador esteja sempre visível   medida que se movimenta, sendo visível o mapa aéreo ao seu redor.

```
...
public void verMapa()//fun o responsável pela abertura do mapa
{
    x.gameObject.SetActive(true); // x   o canvas que possui o mapa
}
private void LateUpdate() // fun o responsável pelo movimento da camara
{
    Vector3 newposicao = player.position; //vetor que possui a posi o do
    player
    newposicao.y = transform.position.y;//coloca a posi o na camara
    transform.position = newposicao; //atualiza sempre a posi o da camera
      medida que o jogador anda
}
```

Excerto de Código A.1: Trecho de código que permite visualizar o mapa e realizar o movimento da câmara.

O movimento do jogador   realizado através de um *joystick* que está programado de acordo com o trecho de código A.2.

```
...
void Start()
{
    mrigidbody = GetComponent<Rigidbody>(); //obt m o controlo da posi o do
    gameObject Jogador através da simula o física
    anim = GetComponent<Animator>();//obt m o Animator Controller
    joystick = GameObject.FindWithTag("Joystick").GetComponent<FixedJoystick
    >();//obt m o joystick responsável pelo movimento do jogador
}

void FixedUpdate()
{
    mrigidbody.velocity = new Vector3(joystick.Horizontal * moveForce,
```

Jogo SériO para Prevenção de Fogos Florestais

```
mrigidbody.velocity.y, joystick.Vertical * moveForce); //velocidade do
jogador ao longo dos eixos do joystick

bool isWalking = joystick.Horizontal != of || joystick.Vertical != of;
if (isWalking)
{
    anim.SetBool("isWalking", true); //ativa a animação de andar
    transform.rotation = Quaternion.LookRotation(mrigidbody.velocity); //
    olha para a direção que se está a rodar.
}
else
{
    anim.SetBool("isWalking", false); //desativa a animação de andar
}
...
}
```

Excerto de Código A.2: Trecho de código que despoleta a animação de andar se os valores do joystick forem diferentes de zero.

O excerto de código presente em A.3 permite despoletar a animação do jogador pegar em objetos presentes no chão.

```
...
void Start()
{
    ...
    takeButton = FindObjectOfType<TakeButton>(); //obtem o botão de pegar
    objetos
}

void FixedUpdate()
{
    ...
    if (!pickObj && takeButton.pressed) //Clicar no botão para pegar objecto e
    fazer a animação
    {
        pickObj = true;
        anim.SetBool("isPicking", true);
    }
    if (pickObj && !takeButton.pressed) // Nao faz animação quando deixa de
    carregar no botão
    {
        pickObj = false;
        anim.SetBool("isPicking", false);
    }
    ...
}
```

Excerto de Código A.3: Trecho de código que permite exibir a animação de pegar em objetos.

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

À semelhança do excerto do código exposto anteriormente, o trecho de código A.4 tem a capacidade de exibir a animação do jogador comer.

```
...
void FixedUpdate()
{
    ...
    if (!eat && eatButton.pressed) //Clicar no botão para comer
    {
        eat = true;
        anim.SetBool("isEating", true);
    }
    if (eat && !eatButton.pressed) // Nao faz animação de comer quando deixa de
        carregar no botão
    {
        eat = false;
        anim.SetBool("isEating", false);
    }
    ...
}
```

Excerto de Código A.4: Trecho de código que permite exibir a animação de comer.

O movimento da câmara principal do jogo apenas é possível graças ao exerto de código presente em A.5.

```
...
private void Update()
{
    currentX += joystick.Horizontal * sensivityY; //valor corresponde à rotação
        do joystick no eixo do X e a sensibilidade com que é movimentado
    currentY += joystick.Vertical * sensivityX; //corresponde à rotação no eixo
        do Y e a sensibilidade com que é movimentado
    currentY = Mathf.Clamp(currentY, 3, 90); //valores máximos que pode atingir
        no eixo do Y
    if(joystick.Horizontal==0 && joystick.Vertical == 0) //quando n há rotação
        volta à posição inicial
    {
        currentX = -0.743f; //valores fixos da rotação inicial da camera
        currentY = 15.53f;
    }
}
private void LateUpdate() // 1º move.se o jogador e depois a posição da câmara
    é recalculada
{
    Vector3 dir = new Vector3(0, 0, -distance); //distancia para trás do
        jogador
    Quaternion rotation = Quaternion.Euler(currentY, currentX, 0); //rotação
        nos eixos x e y
    transform.position = target.position + rotation * dir; // a posição da
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
    camara é recalculada
    transform.LookAt(target); //para a câmara seguir o jogador
}
```

Excerto de Código A.5: Trecho de código referente ao movimento da câmara principal do jogo.

O código responsável pela instalação de tendas no meio ambiente, ou pela negação da sua instalação o descrito em A.6.

```
...
public GameObject prefab1; //Refere-se à tenda a colocar
Vector3 posicaootenda = new Vector3(253.61f, -0.003f, -31.32f); //as coordenadas
    que a tenda vai ter
Vector3 rotacaotenda = new Vector3(0, 180f, 0); //contém a rotação da tenda
...
public void Aceitar() //Função ao clicar no SIM
{
    q1.gameObject.SetActive(false); //fecha a interface gráfica
    Instantiate(prefab1, posicaootenda, Quaternion.Euler(rotacaotenda)); //
        realiza uma cópia do objeto prefab1 e coloca-o nas coordenadas
        referidas
    Destroy(tent1); //destroi as luzes azuis referentes às posições existentes
    Destroy(tent2);
    Destroy(tent3);
    Destroy(tent4);
}

public void Rejeitar() //Função ao clicar no NÃO
{
    q1.gameObject.SetActive(false); //fecha a interface gráfica
}
...

```

Excerto de Código A.6: Trecho de código responsável pela instalação da tenda ou a sua rejeição.

Para que a animação de apanhar seja bem despoletada, de forma a que o objeto a apanhar seja inserido na mão do jogador, é necessário recorrer ao código presente em A.7.

```
...
public void OnPickUp()
{
    if (lataCocaCola != null)
    {
        Vector3 distancia = garrafa.transform.position - tipoCorpo.transform.
            position; // calcular a distancia entre a mão direita e o objeto a
            pegar;
        float magnitude = distancia.magnitude; //transforma o distância num
            float
        if (magnitude <= 1.7f) //se a mão estiver mt perto do obj pegar, o obj
            torna-se filho do gameobject mão
    }
}

```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
    {
        lataCocaCola.transform.SetParent(parent); //coloca o objeto filho da
            mão direita
        lataCocaCola.transform.localPosition = Vector3.zero; //a posição do
            objeto vai ter as coordenadas (0,0,0)
        info.SetActive(false); //a informação de como pode apanhar o obj,
            desaparece
    }
}
```

Excerto de Código A.7: Trecho de código que representa a função de apanhar objetos.

O jogador tem a capacidade de inserir resíduos que apanha no lixo, assim, para realizar o depósito de resíduos é necessário recorrer ao código presente em A.8.

```
...
private void OnTriggerEnter(Collider other) //Se colidir com o lixo apresenta
    a tecla de depositar e depois remove o parent do player
{
    if (other.gameObject.tag == "Lixo") // se o jogador colidir com o lixo
    {
        if (obj.transform.childCount > 0) //se o jogador tem um objeto na mão
            direita:
        {
            x = tipoCorpo.gameObject.transform.GetChild(o).GetChild(o).GetChild
                (5).GetChild(o).gameObject; //verifica qual o objeto existente na
                mão do jogador (deve ser a lataCocaCola)
            StartCoroutine(Canvas()); //informação temporária de que pode
                pressionar o botao x para depositar o objeto no lixo
        }
    }
}
void OnTriggerStay(Collider other) //O player permanece junto do lixo
{
    if (other.gameObject.tag == "Lixo")
    {
        if (obj.transform.childCount > 0)
        {
            if (!deixaOjt && leaveButton.pressedL) //Clicar no botão para
                largar objecto
            {
                deixaOjt = true;
                Drop(); //função que permite largar o objeto
            }
            if (deixaOjt && !leaveButton.pressedL) //O botão deixa de ser
                premido
            {
                deixaOjt = false;
            }
        }
    }
}
```

Jogo SériO para Prevenção de Fogos Florestais

```
private void Drop()//Função responsável por retirar o objeto do jogador
{
    if (x == lataCocaCola) //se o objeto na mao do player for igual à
        lataCocaCola
    {
        lataCocaCola.transform.parent = null; //retira o objeto da mao direita
            do jogador
        Destroy(lataCocaCola); //destroi a lataCocaCola
        StartCoroutine(Canvas1()); //informa o utilizador que o objeto está
            depositado no lixo
    }
}
...
```

Excerto de Código A.8: Trecho de código responsável pelo depósito de objetos no lixo.

Para o jogador proceder com a remoção da vegetação presente ao redor da sua tenda deve pressionar o botão que permite a sua eliminação, sendo que o código A.9 permite realizar a execução da tarefa para a vegetação cuja *tag* é *tenda1*.

```
...
private void OnTriggerStay(Collider other)
{
    ...
    if (other.gameObject.tag == "tenda1")
    {
        if (!clean && cleanButton.pressedC) //Clicar no botão para eliminar
            objecto
        {
            clean = true;
            Destroy(other.gameObject); //elimina o material combustivel
            if(indice==1) //se o indice for 1, significa que o jogador
                inicialmente colocou o idioma em inglês
            {
                if((other.gameObject.name == "lenha")) //se o material
                    eliminado tem o nome lenha
                {
                    nameObjeto.text = "Firewood"; //a informação
                        apresentada ao jogador vai ser Firewood removed
                            successfully
                }
                else if ((other.gameObject.name == "Erva seca")) // se tem o
                    nome erva seca troca o para inglês
                {
                    nameObjeto.text = "Dry grass";
                }
            }
        }
    }
    else
    {

```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
        nameObjeto.text = other.gameObject.name; //o nome do objecto
            eliminado continua em português
        }
        StartCoroutine(Info3()); //Informação temporária a mostrar qual o
            material que foi removido
    }
    if (clean && !cleanButton.pressedC) //deixe de premir o botão de
        remover objetos
    {
        clean = false;
    }
}
...
}
```

Excerto de Código A.9: Trecho de código responsável pela eliminação de materiais combustíveis.

O trecho de código que permite realizar um grelhado e verificar o seu progresso através da barra de *loading* é o A.10.

```
...
public void grillPeixe()//se selecionar a opção de grelhar peixe , sendo que a
    de carne é semelhante
{
    grill.gameObject.SetActive(false); //desativa a interface das opções
    Destroy(luzGrelhar);//destrói as luzes referentes às opções onde se pode
        grelhar
    Destroy(luzGrelharChao);
    fogogrill.gameObject.SetActive(true); //ativa a fogueira
    AGrelhar(); //função responsável pela barra de loading
    grillpeixe = true;//variavel booleana que irá ajudar no processo da criação
        do prato
}
public void AGrelhar()
{
    barra.gameObject.SetActive(true); //ativa a barra loading
    if (indice == 1)//se o idioma for ingles altera-se o nome da tarefa
    {
        tarefa.text = "Grilling!";
    }
    else
    {
        tarefa.text = "A Grelhar!";
    }
    yes = true;
    AnimateBar();//Desencadeia o progresso da barra
}
public void AnimateBar()
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
{  
    LeanTween.scaleX(bar, 1, time); //a barra tem um progresso de preenchimento  
    usando LeanTween durante 7seg  
}
```

Excerto de Código A.10: Trecho de código responsável pela realização da tarefa grelhar.

Após o grelhado estar pronto, as brasas são ativadas no cenário pelo que é necessário realizar a sua extinção. O trecho de código responsável pela extinção das brasas através de um balde de água é o A.11.

```
private void OnTriggerStay(Collider other) //Quando o jogador colide com  
    objetos  
{...  
    if (other.gameObject.tag == "balde") //jogador colidiu com o balde  
    {  
        if( fogoapagadoGrill.activeInHierarchy) //se há brasas ativas  
        {  
            pegarAgua.gameObject.SetActive(true); //ativa a interface de pegar  
            no balde  
        }  
    }  
    if (other.gameObject.tag == "ApagadoGrill") //jogador colidiu com as brasas  
    {  
        if (obj.transform.childCount > 0) //se o jogador tem um objeto nas mãos  
        {  
            if (tipoCorpo.gameObject.transform.GetChild(0).GetChild(0).  
                GetChild(5).GetChild(0).gameObject == balde) //se o objeto for  
                o balde  
            {  
                killBrasas.gameObject.SetActive(true); //interface de agagar  
                brasas é ativada  
            }  
        }  
        if (ola)  
        {  
            if (balde.activeInHierarchy)//se o balde esta ativo na hierarquia  
            {  
                x= tipoCorpo.gameObject.transform.GetChild(0).GetChild(0).  
                    GetChild(5).GetChild(0).gameObject; //x é o balde  
                if(x==balde)  
                {  
                    balde.transform.parent = null; //retira o balde das maos  
                    balde.gameObject.SetActive(false); //desativa o balde  
                    balde1.gameObject.SetActive(true); //ativa um novo balde no  
                    poço  
                    Destroy(fogoapagadoCozinhar); //apaga as brasas  
                    StartCoroutine(Agua1()); //apresenta a água  
                }  
            }  
        }  
    }  
}
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
        }
        ola = false;
    }
}
...
}
....
public void KillBrasas()//se disser que quer apagar as brasas
{
    ola = true;
    killBrasas.gameObject.SetActive(false);//desativa interface apagar brasas
}
...
```

Excerto de Código A.11: Trecho de código responsável pela extensão das brasas após grelhar.

O trecho de código A.12 ilustra a realização da confecção de um prato, nomeadamente arroz, através da utilização de uma botija de gás de 2 litros.

```
...
public void cookArroz() //botao de arroz selecionado
{
    cook.gameObject.SetActive(false);//desativa a interface de opções do prato
    bottlewhat.gameObject.SetActive(true);//ativa a interface da botija
    Destroy(luzCozinhar);//destroi os focos referentes aos locais de cozinhar
    Destroy(luzFogao);
    cookarroz = true;//variavel booleana que indica que vai cozinhar arroz

public void bottle2l()
{
    if (cookarroz)
    {
        gas2l.gameObject.SetActive(true); //botija de 2l é ativada
        panela.gameObject.SetActive(true);//panela activada
        ACozinhar();//função com progresso da barra
    }
    ...
}

public void ACozinhar()
{
    barra1.gameObject.SetActive(true);//barra de loading é ativada
    bottlewhat.gameObject.SetActive(false);//desativa a UI das botijas
    if (indice == 1)//se o idioma for ingles altera o nome da tarefa
    {
        tarefa.text = "Cooking!";
    }
    else
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
{
    tarefa.text = "A Cozinhar!";
}
AnimateBar1(); //função semelhante à da barra de grelhar
}
```

Excerto de Código A.12: Trecho de código responsável pela confeção de um prato de arroz.

O código A.13 ilustra o método que permite realizar a validação de planos, referentes ao ficheiro de domínio e problema, através do objeto *UnityWebRequest*.

```
IEnumerator Upload()
{
    Dictionary<string, string> myDict = new Dictionary<string, string>();
    myDict.Add("domain", txtD); //colocação do ficheiro de dominio no
        dicionario
    myDict.Add("problem", txtPc); //colocação do ficheiro de problema no
        dicionario
    UnityWebRequest www = UnityWebRequest.Post("http://solver.planning.
        domains/solve", myDict); //envia os dados para o servidor
    www.SetRequestHeader("Accept", "application/json");
    yield return www.SendWebRequest();
    if (www.result != UnityWebRequest.Result.Success)
    {
        Debug.Log(www.error); //se o upload não for realizado dá erro
    }
    else
    {
        Debug.Log("Form upload complete!");
        JSONObject json = new JSONObject(www.downloadHandler.text); //
            conversão da resposta para o formato JSON
        string b = json.ToString();
        Dictionary<string, object> dicionario = JsonConvert.
            DeserializeObject<Dictionary<string, object>>(b); //colocação
            da resposta num dicionário
        foreach (KeyValuePair<string, object> x in dicionario)
        {
            if (dicionario.ContainsValue("ok")) //se contém ok, seignifica
                que um plano foi encontrado
            {
                obj = dicionario["result"];
                string result = JsonConvert.SerializeObject(obj);
                result = result.Replace(@"[" , ""); //alteração de alguns
                    carateres irrelevantes
                result = result.Replace(@"]", "");
                Dictionary<string, object> dicionario1 = JsonConvert.
                    DeserializeObject<Dictionary<string, object>>(result);
                    //colocação da chave "result" num dicionario
                foreach (KeyValuePair<string, object> y in dicionario1)
```

Jogo S3rio para Preven7o de Fogos Florestais

```
{
    obj1 = dicionario1["plan"];
    string plan = JsonConvert.SerializeObject(obj1);
    Dictionary<string, object> dicionario2 = JsonConvert.
        DeserializeObject<Dictionary<string, object>>(plan)
        ; //coloca7o da chave "plan" em um outro
          dicionario
    char[] delimiterChars = { '‘‘', '’' };
    objects = dicionario2["name"]; //dicionario que cont3m
        o valor do resultado do plano
    string nameout = JsonConvert.SerializeObject(objects);
    string xxx = nameout.Split(' ').Last();
    hh = xxx.Split(delimiterChars).First();//tem a string
        que leva o possibilidade de inc3ndio.
    if (hh == "erva-seca")
    {
        if (indice == 1)//conversão da palavra para ingl3s.
        {
            hh = "dry grass";
        }
        else
        {
            hh = "erva seca";
        }
    }
}
else
{
    obj = dicionario["result"];
    string result = JsonConvert.SerializeObject(obj);
    Dictionary<string, object> dicionario1 = JsonConvert.
        DeserializeObject<Dictionary<string, object>>(result);//o
        resultado e colocado num dicionario
    string resultado = dicionario1["output"].ToString();//contem o
        texto
    if (resultado.Contains("No plan will solve it")) //se contiver
        a string significa que não foi encontrado um plano para o
        dado dom3nio e problema
    {
        Debug.Log("Fire not possible.");
        info.color = new Color(rg, gg, bg, ag); //VERDE
        if (indice == 1)
        {
            info.text = "No risk of fire";
        }
        else
        {
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
        info.text = "Não há risco de incêndio!";
    }
}
}
```

Excerto de Código A.13: Código que permite verificar a validação dos planos

O código A.14 representa a validação de um plano correspondente ao primeiro desafio onde é verificada a existência de objetos que permitem obter o risco de incêndio presente no local onde se encontra inserida a tenda de campismo do jogador.

```
...
if (GameObject.Find("tenda1(Clone)"))
{
    if (GameObject.Find("Erva seca") && (GameObject.Find("lenha")) &&
        GameObject.Find("CocaCola (1)")) //Se existir erva seca, lenha e coca-
        cola;
    {
        rodaInfo.sprite = risk;
        info.color = new Color(rg1, gg1, bg1, ag1);
        txtD = materialDomain.text;
        txtPc = ervaSecaProblem.text; //ficheiros de dominio e
            problema responsavel pela verificação de materiais
            combustiveis
        StartCoroutine(Upload());
        txtD1 = materialDomain.text;
        txtPc1 = lenhaProblem.text; //ficheiros de dominio e
            problema responsavel pela verificação de materiais
            combustiveis
        StartCoroutine(Upload1());
        txtD2 = domainLata.text;
        txtPc2 = problemLataChao.text; //ficheiros de dominio e
            problema responsaveis pela verificação de resíduos
        StartCoroutine(Upload2());
        info.color = new Color(rg1, gg1, bg1, ag1);
        rodaInfo.sprite = risk;
        if (indice == 1) //se o idioma esta em ingles
        {
            info.text = "Possibility of fire!";
            text1.text = "Probability of fire due to: " + hh + ", "
                + hh1 + " and " + hh2 + "."; //hh, hh1 e hh2 são
                os objectos que causam o risco de incêndio
        }
        else //se o idioma está em portugues
        {
            info.text = "Possibilidade de incêndio!";
        }
    }
}
```

Jogo Séri0 para Prevenção de Fogos Florestais

```
        text1.text = " Possibilidade de incêndio devido a: " +
            hh + ", " + hh1 + " e " + hh2 + "."; //hh, hh1 e hh2
            são os objectos que causam o risco de incêndio
        }
    }else//Se não existirem objetos que não alimentam o risco de incêndio
    {
        info.color = new Color(rg, gg, bg, ag); //VERDE //altera a cor do
        texto
        rodaInfo.sprite = safe; //imagem do botao de alerta
        if (indice == 1)//Idioma em ingles
        {
            info.text = "No risk of fire!";
            text1.text = "There is not risk of fire in mission 1!";
        }
        else
        {
            info.text = "Não há risco de incêndio!";
            text1.text = "Não há risco de incêndio no desafio 1!";
        }
    }
}
...

```

Excerto de Código A.14: Código que realiza a verificação do risco de incêndio no desafio 1.

O trecho de código ilustrado em A.15 representa o método de como a interface gráfica de perda do jogo é exibida assim que é detetada a realização de uma fogueira num espaço inapropriado.

```
...
else if (fogoCozinharChao.activeSelf)//se uma fogueira de cozinhar no chão é
    ativada
{
    txtDomain = fogueiraDomain.text;
    txtPro2 = lumeCozinharChaoP.text;
    StartCoroutine(Upload5()); //realiza a validação do plano
    Debug.Log(hh5 + "CAusa1"); //lumeCozinharChao campfire in floor
    barra1.gameObject.SetActive(false);
    info.color = new Color(rg1, gg1, bg1, ag1);
    rodaInfo.sprite = risk; //alerta de risco de incêndio
    pauseUI1.gameObject.SetActive(true); //ativa a tela de perda de jogo
    bigfire2.gameObject.SetActive(true); //inicia incêndio no local
    jogador.gameObject.SetActive(false); //retira o jogador do cenário
    for (int i = 0; i < interfaces.Length; i++)
    {
        interfaces[i].gameObject.SetActive(false); //remove as interfaces e
        botões da tela principal
    }
    Destroy(luzGrelhar); //Destroi os gameobjects decenessário para a tela de
    perda de jogo
}

```

Jogo SériO para Prevenção de Fogos Florestais

```
Destroy(luzGrelharChao);
luzPrato.gameObject.SetActive(false);
luzLouca.gameObject.SetActive(false);
g1.gameObject.SetActive(true);
if (indice == 1)//se o idioma é em inglês
{
    info.text = "A fire Started!";//informação do alerta
    text2.text = "Fire due to: " + hh5 + ".";
    if (points == 25)//verifica o desempenho do jogador no desafio 1
    {
        a = "You need to be more quickly to complete mission 1 and more
            careful to prevent fires.";
    }
    else
    {
        a = "Your performance was good to complete the mission 1, but you
            need to be more careful to prevent fires.";
    }
    problema2.text = "Campfires should not be built in summer. There are
        rules that must be respected. You should only build campfires in
        places authorized for this purpose.Your score was " + pontos.text +
        "/100. " + a; //descreve a causa do incêndio
}
else//se o idioma é em português
{
    info.text = "Um incêndio começou!";
    hh5 = "fogueira no chão";
    text2.text = " Incêndio devido a: " + hh5 + ".";
    if (points == 25)
    {
        a = "Necessita de ser mais rápido a concluir o desafio 1 e mais
            cuidadoso para a prevenção de incêndios.";
    }
    else
    {
        a = "O seu desempenho a concluir o desafio 1 foi ótimo, mas deve
            ser mais cuidadoso na prevenção de incêndios.";
    }
    problema2.text = "Não se devem realizar fogueiras na época de Verão.
        Existem regras que devem ser respeitadas. Apenas deve realizar
        fogueiras nos locais autorizados para esse efeito. A sua pontuação
        foi " + pontos.text + "/100. " + a;//descreve a causa de incêndio
        em português
}
}
...
```

Excerto de Código A.15: Código que realiza a verificação do risco de incêndio e termina o jogo assim que é detetada uma fogueira num local impróprio.

Jogo Séri0 para Prevenção de Fogos Florestais

O trecho de código A.16 representa o *output* exibido quando uma fogueira é criada numa churrasqueira. O *output* do planeamento da função *StartCoutine(Upload3())* é “No plan will to solve it”, que significa que não existe nenhum plano de risco de incêndio e por isso a fogueira ativa no cenário é segura.

```
if(fogogrill.activeSelf)
{
    ...
    else{//se etiver só a fogueira ativa
        txtDomain = fogueiraDomain.text;
        txtPro = lumeGrillP.text;
        StartCoroutine(Upload3());//plano não encontrado
        string info1 = text1.text;
        info.color = new Color(rg, gg, bg, ag); //VERDE
        rodaInfo.sprite = safe; //não há risco de incêndio
        if (indice == 1)//se o idioma estiver em inglês
        {
            info.text = "No risk of fire";
            text2.text = "The campfire is safe, never leave fire unattended.";
        }
        else
        {
            info.text = "Não há risco de incêndio!";
            text2.text = "A fogueira é segura, não deixe o fogo sem vigia.";
        }
    }
}
...
```

Excerto de Código A.16: Código que demonstra que a realização de uma fogueira num local seguro não constitui risco de incêndio.

O trecho de código A.17 representa a validação de um plano e por isso significa que existe risco de incêndio devido às brasas existentes, alterando a informação referente ao risco de incêndio na interface das informações.

```
...
elseif(fogoapagadogrill.activeSelf)//brasas ativas
{
    ...
    else{//se só as brasas estiverem ativas no meio ambiente
    {
        txtDomain = fogueiraDomain.text;//dominio
        txtPro3 = brasasGrillP.text; //problema que tem o objeto brasas
        StartCoroutine(Upload6());//função de validação do plano que retorna um
        plano
        info.color = new Color(rg1, gg1, bg1, ag1);
        rodaInfo.sprite = risk;//muda a imagem do alerta para risco de incêndio
        if (indice == 1)//se tem o idioma em inglês
        {
```

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

```
        info.text = "Possibility of fire!";
        text2.text = "Probability of fire due to: " + hh6 + ". You should
                    put out " + hh6 + " with water.";
    }
    else//se o idioma está em português
    {
        info.text = "Possibilidade de incêndio!";
        text2.text = " Possibilidade de incêndio devido a: " + hh6 + ".
                    Deve apagar com água as " + hh6 + "."; //hh6 é o objeto obtido
                    pelo plano desenvolvido
    }
}
}
```

Excerto de Código A.17: Código que demonstra se as brasas estiverem ativas no meio ambiente, provocam risco de incêndio.

O trecho de código A.18 demonstra que um plano foi encontrado e por isso existe risco de incêndio devido à botija de gás de 5 litros estar ligada. No código ainda se encontram as informações apresentadas na interface das informações quando uma botija de gás é ativada.

```
...
else if(gas5L.activeInHierarchy){
    ...
    else//se só estiver a botija de gas ativa no cenário
    {
        txtDomain1 = gasDomain.text;
        txtPro4 = gas5lP.text;
        StartCoroutine(Upload7()); //verifica que a botija de gas 5
        L é uma botija incorreta para cozinhar, sendo criado um
        plano
        txtDomain2 = stateGasDomain.text;
        txtPro5 = stateGas5lP.text;
        StartCoroutine(Upload8()); //verifica que a botija de gás 5L
        se encontra ligada
        info.color = new Color(rg1, gg1, bg1, ag1);
        rodaInfo.sprite = risk; //altera o simbolo para risco de
        incendio
        if (indice == 1) //Se o idioma esta em ingles
        {
            info.text = "Possibility of fire!";

            text2.text = "Probability of fire due to: " + hh8 + ".
                        The " + hh8 + " is not a correct gas bottle to use.
                        You should turn off " + hh8 + " after cook."; //
                        informação colocada na interface de informações
        }
    }
}
```

Jogo Séri0 para Prevenção de Fogos Florestais

```
        else//se o idioma esta em português
        {
            info.text = "Possibilidade de incêndio!";
            text2.text = " Possibilidade de incêndio devido a: " +
                hh8 + ". A " + hh8 + " não é a botija de gás
                correta a usar. Deve desligar a " + hh8 + " após
                cozinhar.";//informação colocada na interface de
                informações
        }
    }
}
...
```

Excerto de Código A.18: Código que demonstra se uma botija de gás estiver ligada provoca risco de incêndio.

O excerto de código A.19 representa que um plano foi encontrado, através do método *StartCoutine(Upload9())*, que significa os pratos sujos suscitam o risco de incêndio e por isso é gerado o alerta de risco de incêndio.

```
...
elseif(prato1V.activeInHierarchy || prato2V.activeInHierarchy || prato5V.
    activeInHierarchy || prato6V.activeInHierarchy)//se um dos pratos sujos
    estiver ativo na hierarquia
{
    ...
    else//se estiverem só o prato sujo ativo
    {
        txtDomain3 = loicaDomain.text;//dominio da louça
        txtPro6 = pratoSujoP.text;//problema que contém o objeto de prato sujo
        StartCoroutine(Upload9());//plano encontrado devido aos pratos sujos
        info.color = new Color(rg1, gg1, bg1, ag1);//letras alteram para
        vermelho
        rodaInfo.sprite = risk;//altera a imagem do alerta para risco de
        incêndio
        if (indice == 1)//idioma inglês
        {
            info.text = "Possibility of fire!";
            text2.text = "Probability of fire due to: " + hh9 + ". You should
                clean area after use.";//informação enviada para a interface de
                informações
        }
        else//idioma português
        {
            info.text = "Possibilidade de incêndio!";
            text2.text = " Possibilidade de incêndio devido a: " + hh9 + ".
                Deve deixar o local limpo.";//informação enviada para a
                interface de informações
        }
    }
}
```

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

```
}  
}
```

Excerto de Código A.19: Código que demonstra que se existirem pratos sujos gera um alerta de incêndio.

Apêndice B

Testes com Utilizadores

B.1 Guião de Utilizadores



Guião de Avaliação do Jogo “Fire Prevention”

A prevenção de incêndios é um tema muito familiar nos dias que decorrem. Isto deve-se à elevada frequência de incêndios ao longo dos anos e aos vários prejuízos causados por estes. Para contribuir para a prevenção de incêndios florestais, desenvolveu-se um jogo sério que tem como objetivo transmitir boas práticas no contexto de um cenário de campismo. Este jogo é um protótipo que será melhorado com o feedback dos utilizadores.

Este guião tem como finalidade guiar-te para poderes experienciar o jogo desenvolvido e assim determinar se o jogo ajuda o utilizador a adquirir informação sobre boas práticas de prevenção de incêndios florestais. Para isso, segue os passos seguintes.




Passo 1: Responder ao questionário inicial

- Para avaliar os teus conhecimentos acerca da temática de prevenção de incêndios deverás responder a este breve [questionário](#);
- Após todas as questões estarem respondidas submete o questionário.



Passo 2: Jogar

- Para jogar tens de te certificar que tens acesso à Internet;
- importante leres as instruções do jogo antes de o iniciares, para saberes do que se trata e como deves proceder para avançar no jogo e obter o melhor desempenho;
- Qualquer dúvida que surja podes sempre pausar o jogo através do botão () e visualizar novamente as instruções;
- O jogo termina quando chegares à interface gráfica da vitória.



Passo 3: Rever cenários do questionário inicial

- Após terminares o jogo, responde a este [questionário](#). Este tem como finalidade avaliar novamente os teus conhecimentos após o jogo;
- Assim que todas as perguntas estejam respondidas submete o questionário.



Passo 4: Responder ao último questionário

- Agora é a tua vez de dares o teu *feedback* acerca do jogo;
- No [questionário](#) podes responder às afirmações de acordo com a tua opinião, por forma a avaliar a tua experiência e a usabilidade do jogo;
- Após todas as questões respondidas, submetes o questionário.

Jogo Sériu para Prevenção de Fogos Florestais

Bibliografia

- [9T521] 9T5. 9t5 low poly playground [online]. 2021. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/menu-chalk-board-101989w> [cited 28 junho 2021]. 36
- [Amb20] Ambi Mesh. Raw wooden furniture [online]. 2020. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/furniture/raw-wooden-furniture-free-166329> [cited 28 junho 2021]. 35
- [Anu18] Anurag. 13 pros & cons to know before choosing unity 3d [online]. 2018. Available from: <https://www.newgenapps.com/blog/unity-3d-pros-cons-analysis-choose-unity/> [cited 14 janeiro 2021]. 22
- [App21] AppOnboard. Buildbox [online]. 2021. Available from: <https://www.buildbox.com/> [cited 14 janeiro 2021]. 20
- [AVNNC11] Mónica Mendes, Pedro Ângelo, Valentina Nisi, Nuno Correia. Play with fire. *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, 0:1–2, 2011. 11, 17
- [AVNNC12] Mónica Mendes, Pedro Ângelo, Valentina Nisi, Nuno Correia. Digital art, hci and environmental awareness evaluating play with fire. *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design*, 0:408–417, 2012. 3
- [Bac07] Tarja Susi, Mikael Johannesson , Per Backlund. Serious games – an overview. *Political Science*, 2007. 7, 8
- [Bae20] Tana Baer. The best camping cooking gear for every type of camper [online]. 2020. Available from: <https://thedyrt.com/magazine/gear/camping-cooking-gear/> [cited 29 julho 2021]. xvi, 101
- [BBT⁺11] Tom Baranowski, Janice Baranowski, Debbé Thompson, Richard Buday, Russ Jago, Melissa Juliano Griffith, Noemi Islam, Nga Nguyen, and Kathleen B Watson. Video game play, child diet, and physical activity behavior change: A randomized clinical trial. *American journal of preventive medicine*, 40(1):33–38, 2011. 2
- [Boo21] Booking. Parques de campismo - tudo sobre camping [online]. 2021. Available from: <https://parquesdecampismo.pt/> [cited 29 julho 2021]. xvi, 99
- [Bur] Bureau of Meteorology , Australian Government. Storm watchers game [online]. Available from: http://www.bom.gov.au/storm_watchers_game/ [cited 05 janeiro 2021]. 12

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [Cat14] Catalytic Media Group. Fire safe kids [online]. 2014. Available from: <http://www.firesafekids.org/> [cited 06 janeiro 2021]. 12
- [Che12] Hongyu Huang, Liyu Tang, Jianwei Li, Chongcheng Chen. Simulation and visualization of forest fire growth in an integrated 3d virtual geographical environment - a preliminary study. In *2012 20th International Conference on Geoinformatics*, pages 1–6. IEEE Xplore, 2012. 13, 18
- [Chu21] Steven Chua. Garbage season at squamish’s cat lake area begins [online]. 2021. Available from: <https://www.squamishchief.com/local-news/garbage-season-at-squamishs-cat-lake-area-begins-3667968> [cited 29 julho 2021]. xvi, 101
- [Cri18] Cristina Stefanova. The best 15 ios and android mobile game engines + development platforms & tools in 2021 [online]. 2018. Available from: <https://thetool.io/2018/mobile-game-development-platforms> [cited 14 janeiro 2021]. 20
- [Cry21a] Crytek GmbH. Cryengine [online]. 2021. Available from: <https://www.cryengine.com> [cited 14 janeiro 2021]. 21
- [Cry21b] Crytek GmbH. Cryengine marketplace [online]. 2021. Available from: <https://www.cryengine.com/marketplace> [cited 14 janeiro 2021]. 21
- [CSV18] Felicia Chiang, Mojtaba Sadegh, Farshid Vahedifard, and Hamed Ros-tamkhani. How do natural hazards cascade to cause disasters? *Journal of artificial intelligence research*, 561:458–461, 2018. 1
- [D’A21] Pedro D’Angelo. As perguntas de pesquisa de mercado mais comuns - e para que elas servem [online]. 2021. Available from: <https://blog.opinionbox.com/perguntas-de-pesquisa-de-mercado-mais-comuns/> [cited 29 julho 2021]. 97
- [dJB09] Tiago Ferreira, Marco d’Ornellas, Jean Berni. Planejamento estratégico na produção de jogos eletrônicos. In *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, pages 1–12. SILO, 2009. 8
- [dPa] Governo de Portugal and *Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas* (ICNF) [online]. Available from: https://fogos.icnf.pt/SGIF2010/InformacaoPublicaDados/SensibilizacaoICNF_2019_v1.pdf. 2
- [dPa17] Governo de Portugal and ICNF. Defesa da floresta contra incêndios | perguntas frequentes [online]. 2017. Available from: <https://www.icnf.pt/florestas/defesadaflorestacontraincendios/dfciperguntasfrequentes> [cited 4 julho 2021]. 55

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [dRP] Governo da República Portuguesa [online]. Available from: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/comunicado?i=plano-nacional-de-gestao-integrada-de-fogos-rurais-foi-publicado-em-diario-da-republica.1>
- [EBF⁺16] Cindy Even, Anne-Gwenn Bosser, João Ferreira, Cédric Buche, Florian Stéphan, Marc Cavazza, and Christine Lisetti. Supporting social skills rehabilitation with virtual storytelling. In *The Twenty-Ninth International Flairs Conference*, 2016. 108
- [Epi21] Epic Games. Unreal engine [online]. 2021. Available from: <https://www.unrealengine.com/en-US/> [cited 14 janeiro 2021]. 19
- [Eva18] Alexandros Kleftodimos, Georgios Evangelidis. Augmenting educational videos with interactive exercises and knowledge testing games. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 872–877. IEEE Xplore, 2018. 21
- [Faz19] João Bioco, Paulo Fazendeiro. Towards forest fire prevention and combat through citizen science. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 930:904–915, 2019. 14, 18
- [Fen19] Fenerax Studios. Joystick pack [online]. 2019. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/input-management/joystick-pack-107631#description> [cited 30 junho 2021]. 44
- [Fer18] Ferociuos Industries. Free beach essentials asset pack [online]. 2018. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/free-beach-essentials-asset-pack-131149> [cited 28 junho 2021]. 36
- [Fil20] Filipe Garrett. O que é unreal engine? entenda tecnologia de gráficos de jogos e consoles [online]. 2020. Available from: <https://www.techtodo.com.br/noticias/2020/07/o-que-e-unreal-engine.shtml> [cited 14 janeiro 2021]. 19
- [Flo21a] Florian Rival. Fully featured [online]. 2021. Available from: <https://gdevelop-app.com/features> [cited 14 janeiro 2021]. 21
- [Flo21b] Florian Rival. Gdevelop - the game engine for everyone [online]. 2021. Available from: <https://gdevelop-app.com/> [cited 14 janeiro 2021]. 20
- [For20] FormPlus. What is a research question? [online]. 2020. Available from: <https://www.formpl.us/blog/research-question> [cited 21 janeiro 2021]. 8
- [Fre21a] Free 3D Store. Free 3d [online]. 2021. Available from: <https://free3d.com/pt/> [cited 29 junho 2021]. 39

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [Fre21b] Freepik Company S.L. Joystick pack [online]. 2021. Available from: <https://www.flaticon.com/> [cited 30 junho 2021]. 33, 44
- [Gam17] Gamemag Creation Studio. Parks and nature pack - lite [online]. 2017. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/parks-and-nature-pack-lite-77362> [cited 28 junho 2021]. 35
- [Gee19] GeeksforGeeks. What is the role of planning in artificial intelligence [online]. 2019. Available from: <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-the-role-of-planning-in-artificial-intelligence/> [cited 19 janeiro 2021]. 24
- [Gui19] Guilherme. Unity vs unreal: Qual escolher? [online]. 2019. Available from: <https://blog.dankicode.com/unity-vs-unreal-qual-escolher/> [cited 14 janeiro 2021]. 19
- [Ham20] Hamza Herbou. Unituts_multilanggame_unity [online]. 2020. Available from: https://github.com/herbou/Unituts__MultiLangGame_Unity [cited 30 junho 2021]. 43
- [Hel] Malte Helmert [online]. Available from: <https://www.cs.toronto.edu/~sheila/2542/s14/A1/introtopdd12.pdf>. 24
- [Hof03] Jörg Hoffmann. The metric-ff planning system: Translating“ignoring delete lists”to numeric state variables. *Journal of artificial intelligence research*, 20:291–341, 2003. 24
- [Hol18] Holotna. Rpg food and drinks pack [online]. 2018. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/food/rpg-food-drinks-pack-121067> [cited 28 junho 2021]. 35
- [HPFL20] Thomas Hayton, Julie Porteous, Joao Ferreira, and Alan Lindsay. Narrative planning model acquisition from text summaries and descriptions. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, volume 34, pages 1709–1716, 2020. 108
- [Hum17] Jessica Vega, Sophia Rose, Christian Eckhardt, Liudmila Tahai, Irene Humer. Vr wildfire prevention: Teaching campfire safety in a gamified immersive environment. *Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, 0:1–2, 2017. 10, 17
- [Ing21] Inguz Media Studio. The free medieval and war props [online]. 2021. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/the-free-medieval-and-war-props-174433> [cited 28 junho 2021]. 35
- [Iva19] Ivan. Food and kitchen props pack [online]. 2019. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/food-and-kitchen-props-pack-85050> [cited 28 junho 2021]. 36

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [JKT19] JKT Timmons. Lovely animals pack [online]. 2019. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/animals/lovely-animals-pack-92629> [cited 28 junho 2021]. 36
- [Jos16] José Simão. Aplicação educativa para a promoção da linguagem em crianças com perturbação do desenvolvimento [online]. 2016. Available from: https://run.unl.pt/bitstream/10362/76266/1/Simao_2016.pdf [cited 14 janeiro 2021]. 21
- [Jus10] Jussi Rintanen. A brief overview of ai planning [online]. 2010. Available from: <https://users.aalto.fi/~rintanj1/jussi/planning.html> [cited 19 janeiro 2021]. 24
- [Kal15] Nikos Athanasis, Fotis Karagiannis, Palaiologos Palaiologou, Christos Vasiliakos, Kostas Kalabokidis. Aegis app: Wildfire information management for windows phone devices. *10Th International Conference on Future Networks and Communications (FNC 2015)*, 56:544–549, 2015. 2, 14, 18
- [Kat13] Kate Chen. Earthquake school in the cloud: Citizen seismologists in taiwan (cstaiwan) [online]. 2013. Available from: <http://katopil6.wix.com/earthquake-school> [cited 05 janeiro 2021]. 12
- [Lak18] Trias Aditya, Dany Laksono. Geogame on the peat: Designing effective gameplay in geogames app for haze mitigation. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42:5–10, 2018. 11, 17
- [Lie12] Debra A Lieberman. Designing digital games, social media, and mobile technologies to motivate and support health behavior change. *Public communication campaigns*, pages 273–287, 2012. 2
- [Low19] LowlyPoly. Stylize water texture [online]. 2019. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/water/stylize-water-texture-153577> [cited 28 junho 2021]. 36
- [LRF⁺17] Alan Lindsay, Jonathon Read, Joao F Ferreira, Thomas Hayton, Julie Porteous, and Peter Gregory. Framer: Planning models from natural language action descriptions. In *Twenty-Seventh International Conference on Automated Planning and Scheduling*, 2017. 108
- [LSG10] Yongqiang Liu, John Stanturf, and Scott Goodrick. Trends in global wild-fire potential in a changing climate. *Forest ecology and management*, 259(4):685–697, 2010. 1
- [LSS⁺10] Liaskos, McIlraith Sotirios, Sohrabi Sheila, Mylopoulos Shirin, and John. Integrating preferences into goal models for requirements engineering. In *Proceedings of the 10th International Requirements Engineering Conference (RE)*, -:135–144, 2010. 24

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [LSS⁺11] Liaskos, McIlraith Sotirios, Sohrabi Sheila, Mylopoulos Shirin, and John. Representing and reasoning about preferences in requirements engineering. *Requirements Engineering*, 16:227–249, 2011. 24
- [Lum17] Lumo-Art 3D. Free casual food pack [online]. 2017. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/food/free-casual-food-pack-mobile-vr-85884> [cited 28 junho 2021]. 36
- [Lun18] LunarCats Studio. Menu chalk board [online]. 2018. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/menu-chalk-board-101989w> [cited 28 junho 2021]. 36
- [Mal80] Thomas W Malone. *What makes things fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games*. PhD thesis, ProQuest Information & Learning, 1980. 2
- [Mar21] Marius Kalytis. Cgtrader - 3d models for vr/ar and cg projects [online]. 2021. Available from: <https://www.cgtrader.com/> [cited 29 junho 2021]. 39
- [Mat21] Matt Wisdom, Andy Wisdom, David Avgikos and Tom Avgikos. Turbosquid 3d models for professionals [online]. 2021. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/menu-chalk-board-101989w> [cited 29 junho 2021]. 39
- [MBFC13] Chris Martens, Anne-Gwenn Bossler, Joao F Ferreira, and Marc Cavazza. Linear logic programming for narrative generation. In *International Conference on Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning*, pages 427–432. Springer, 2013. 108
- [MCPM17a] Jamie Matthews, Fred Charles, Julie Porteous, and Alexandra Mendes. Mise-en-scène of narrative action in interactive storytelling. In *Proceedings of the 16th Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems*, pages 1799–1801, 2017. 108
- [MCPM17b] Jamie Matthews, Fred Charles, Julie Porteous, and Alexandra Mendes. Miser: Mise-en-scène region support for staging narrative actions in interactive storytelling. In *Proceedings of the 16th Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems*, pages 782–790, 2017. 108
- [Med15] Paul Haimes, Tetsuaki Baba, Stuart Medley. Mobile map applications and the democratisation of hazard information. *SIGGRAPH Asia 2015 Mobile Graphics and Interactive Applications*, 0:1–4, 2015. 13, 18
- [Mer21] Leroy Merlin. Churrasqueira tradicional [online]. 2021. Available from: https://www.leroymerlin.pt/Produtos/Jardim/Barbecues-e-churrasqueiras/Churrasqueiras/WPR_REF_19790092 [cited 29 julho 2021]. xvi, 100

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [MFBC14] Chris Martens, Joao F Ferreira, Anne-Gwenn Bosser, and Marc Cavazza. Generative story worlds as linear logic programs. In *Seventh Intelligent Narrative Technologies Workshop*, 2014. 108
- [MPFL17] Malcolm McNeely, Julie Porteous, Joao Ferreira, and Alan Lindsay. Towards a constraints approach to generating personalised horror film variants. In *Workshop on Constraint Satisfaction Techniques for Planning and Scheduling Problems 2017*, 2017. 108
- [Mui15] Cristian Muise. Solver planning domains - an automated planner in the cloud [online]. 2015. Available from: <http://solver.planning.domains/> [cited 11 julho 2021]. 56, 72
- [Ope14] Open Education Edinburgh. Aiplan - what is planning? [online]. 2014. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=yCZQ18SPP44> [cited 19 janeiro 2021]. 23
- [Osh12] Andreas Alexiou, Michaéla Schippers, Ilan Oshri. Positive psychology and digital games: The role of emotions and psychological flow in serious games development. *Social Sciences & Humanities - Psychology*, 3, 2012. 2
- [Pai14] Gonçalo Pereira , Rui Prada , Ana Paiva. Disaster prevention social awareness the stop disasters! case study. *International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications*, 0, 2014. 2, 3, 11, 17
- [Pet15] Peter Schuster. Hand-painted fountain [online]. 2015. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/fantasy/hand-painted-fountain-41694> [cited 28 junho 2021]. 35
- [PFLC20] Julie Porteous, João F Ferreira, Alan Lindsay, and Marc Cavazza. Extending narrative planning domains with linguistic resources. In *Proceedings of the 19th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2020)*, pages 1081–1089. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems (IFAAMAS), 2020. 108
- [PFLC21] Julie Porteous, João F Ferreira, Alan Lindsay, and Marc Cavazza. Automated narrative planning model extension. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 35(2):1–29, 2021. 108
- [Pho21] Photon Storm. Phaser - desktop and mobile html5 game framework [online]. 2021. Available from: <https://phaser.io/> [cited 14 janeiro 2021]. 21
- [Pix18] Dented Pixel. Lean tween [online]. 2018. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/animation/leantween-3595> [cited 8 julho 2021]. 65
- [PL14] Raveesh Meena Pierre Lison. Spoken dialogue systems: the new frontier in human-computer interaction. *XRDS: Crossroads. The ACM Magazine for Students*, 21:46–51, 2014. 15

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [Qat14] Qatar Computing Research Institute. Rayyan qcri [online]. 2014. Available from: <https://rayyan.qcri.org/welcome> [cited 06 janeiro 2021]. 9
- [Rem18] Rem Storms. Explosives package [online]. 2018. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/explosives-package-8093> [cited 28 junho 2021]. 35
- [Sal15] Rafeal P. Saldaña. Cloud computing for natural disasters and emergency response simulation games. *International Symposium on Grids and Clouds*, 15, 2015. 3
- [Scho8] Jesse Schell. The art of game design [online]. 2008. Available from: <http://www.sg4adults.eu/files/art-game-design.pdf> [cited 28 julho 2021]. 33
- [Shi18a] Shirin Sohrabi. Ai-based scenario planning for risk management [online]. 2018. Available from: <https://www.ibm.com/blogs/research/2018/07/ai-scenario-planning/> [cited 19 janeiro 2021]. 25
- [Shi18b] Shirin Sohrabi. Ai planning [online]. 2018. Available from: https://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=8432 [cited 19 janeiro 2021]. 25
- [SLF⁺17] Jonathan Siddle, Alan Lindsay, João F Ferreira, Julie Porteous, Jonathon Read, Fred Charles, Marc Cavazza, and Gersende Georg. Visualization of patient behavior from natural language recommendations. In *Proceedings of the Knowledge Capture Conference*, pages 1–4, 2017. 108
- [Soh19] Shirin Sohrabi. Ai planning for enterprise: Putting theory into practice. In *Proceedings of the Twenty-Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pages 6408–6410. IJCAI, 2019. 24
- [Spa21a] Space Zeta. Plastic chair and table set [online]. 2021. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/furniture/plastic-chair-and-table-set-189695#description> [cited 28 junho 2021]. 35
- [Spa21b] Space Zeta. Plastic trash bins [online]. 2021. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/exterior/plastic-trash-bins-160771> [cited 28 junho 2021]. 35, 39, 58
- [Ste21] Stefano Corazza and Nazim Kareemi. Mixamo characters [online]. 2021. Available from: <https://www.mixamo.com/#/?page=1&type=Character> [cited 29 junho 2021]. 40, 41
- [Tar17] Nobert Rangarirai Jere, Mfundo Shakes Scott, Amon Taruvinga. An integrated mobile veld fire detection and sharing platform for southern africa. *Proceedings of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists*, 0:1–7, 2017. 13, 18

Jogo Sérió para Prevenção de Fogos Florestais

- [Tec20] Unity Technologies. Device simulator [online]. 2020. Available from: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.device-simulator@3.0/manual/index.html> [cited 17 julho 2021]. 87
- [The19] The Gradient. When ai plans ahead [online]. 2019. Available from: <https://thegradient.pub/when-ai-plans-ahead/> [cited 19 janeiro 2021]. 24
- [TJA⁺19] Marco Turco, Sonia Jerez, Sofia Augusto, Patricia Tarín-Carrasco, Nuno Rato, Pedro Jiménez-Guerrero, and Ricardo M Trigo. Climate drivers of the 2017 devastating fires in portugal. *Scientific reports*, 9(1):1–8, 2019. 1
- [UNE] UNESCO. Disaster master [online]. Available from: <https://www.ready.gov/kids/games/data/dm-english/index.html> [cited 05 janeiro 2021]. 12
- [Uni21a] Unity Technologies. Unity asset store [online]. 2021. Available from: <https://assetstore.unity.com/> [cited 23 junho 2021]. 33
- [Uni21b] Unity Tecnologies. Unity [online]. 2021. Available from: <https://unity.com/> [cited 14 janeiro 2021]. 22
- [Vas16] Kostas Kalabokidis, Alan Ager, Mark Finney, Nikos Athanasis, Palaiologos Palaiologou, Christos Vasilakos. Aegis: a wildfire prevention and management information system. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16, 2016. 14, 18
- [Vis18] Vis Games. Tents [online]. 2018. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/exterior/tents-21461#reviews> [cited 28 junho 2021]. 35
- [Vla18] Vlad Shcherban . Corona - the 2d game engine [online]. 2018. Available from: <https://coronalabs.com/> [cited 14 janeiro 2021]. 20
- [Wol20] Wolf3D_readyPlayerMe. Human characters (free sample pack) [online]. 2020. Available from: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/human-characters-free-sample-pack-181554> [cited 29 junho 2021]. 39