

# Tower Defense



## Relatório Final Projeto Laboratório de Computadores

**Turma 2 – Grupo 1**

Realizado por:

- Diogo da Silva Vieira – up202208723
- David Gustavo de Campos Carvalho – up202208654
- João André Rey Torres - up202205576

## Introdução

Bem-vindo ao emocionante mundo do nosso jogo de Tower Defense! Prepare-se para uma batalha épica enquanto enfrenta ondas de monstros implacáveis, posicionando estrategicamente torres poderosas ao longo de seu caminho para defender o seu tesouro. O destino do seu reino está nas suas mãos, e é hora de mostrar a sua habilidade tática! Escolha sabiamente entre três tipos distintos de torres: o preciso Arqueiro, o explosivo Canhão ou o místico Mago. Crie uma estratégia vencedora que se adapte ao seu estilo de jogo e adapte-se aos desafios em evolução com cada nova onda. À medida que você repele com sucesso as hordas monstruosas, ganhe valiosas moedas que desbloqueiam o potencial para torres ainda mais poderosas. Focará em fortificar as suas defesas ou em libertar ataques devastadores? Assuma o controle do campo de batalha melhorando as suas torres e experimentando diferentes combinações. Você não é apenas um jogador; você é o estrategista que determina o resultado deste confronto épico. No entanto, tome cuidado – se um monstro implacável romper as suas defesas e alcançar seu precioso Baú, o perigo se intensifica. A sobrevivência do seu baú é fundamental, pois cada inimigo derrotado contribui para uma pontuação

crescente. Desafie-se a superar as pontuações mais altas e torne-se o campeão definitivo do Tower Defense. Não é apenas sobre sobrevivência; é sobre alcançar a grandeza diante da adversidade. Boa sorte, estrategista! Os monstros estão a aproximar-se, e o destino do seu reino aguarda o seu comando habilidoso. Divirta-se!

## Guia de Utilizador

Ao iniciar o jogo, o utilizador encontrar-se-á no menu principal do Tower Defense. De facto, neste menu, o utilizador, para além do título do jogo é envolvido na atmosfera do jogo com botões interativos, dos quais, o jogador pode escolher entre. Inicialmente, o botão de "PLAY" permite iniciar um novo jogo. Para além deste, existe o botão "LEADERBOARD", no qual o utilizador poderá conferir as pontuações mais altas já obtidas e um botão "OPTIONS" que apresentam as instruções necessárias para usufruir do jogo. Finalmente, o jogo apresenta um último botão "QUIT", que permite a qualquer momento o utilizador fechar o jogo. É necessário reforçar que para aceder a qualquer um destes botões, o usuário pode utilizar tanto o rato como as teclas do teclado com as iniciais do botão, por exemplo, a tecla "p" para iniciar um jogo. Finalmente, mas não menos importante, existe um relógio com o tempo real apresentado no canto superior esquerdo do ecrã.



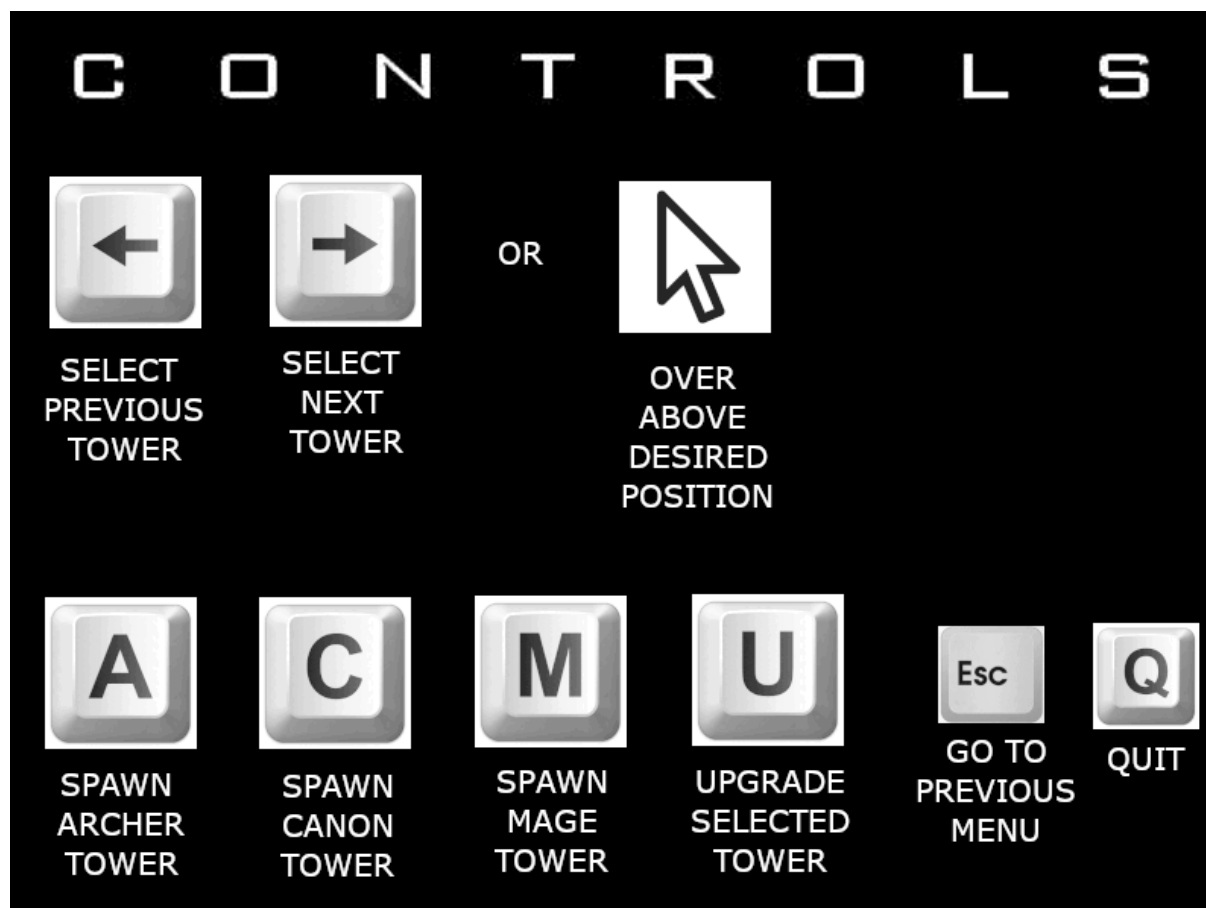
Ao clicar no botão "PLAY" e ao, oficialmente, entrar no mundo do Tower Defense, o jogador precisa de conhecer os controlos básicos do jogo. Ao entrar na arena, três tipos de monstros serão inicializados, em horda, e através de um caminho tentarão alcançar um baú, que contém o tesouro, que o jogador deve defender a todo o custo. Os inimigos que o utilizador terá de enfrentar são "Orcs", "Skeletons" e "Golems", cada um com as suas características específicas, variando na velocidade, vida total e número de moedas obtidas no seu abate. Para além disto, no canto superior direito do ecrã o utilizador encontrará vários retângulos vermelhos e um amarelo, que representa a torre selecionada. O jogador poderá alternar entre as posições disponíveis para a colocação de torres defensivas através das setas do teclado, tanto a da direita como a da esquerda, como também pode selecionar as mesmas com o rato. De facto, na posição atualmente selecionada, o jogador se quiser colocar um canhão precisará de premir a tecla "c", se preferir uma torre de mago terá de premir a tecla "m" ou, finalmente, se quiser uma torre arqueira, terá de premir a tecla "a". Caso o jogador já tenha colocado qualquer uma destas torres, poderá sempre evoluir a mesma clicando na tecla "u". Para além disto, ao lado de cada torre posicionada, através de números brancos, o utilizador poderá ver o nível de cada uma das suas torres. Por fim, no canto superior direito do ecrã, o utilizador poderá sempre ter acesso, em tempo real, à vida total do seu baú, o seu número total de moedas e a sua pontuação. É essencial informar que o jogo terminará caso a vida do baú atinja 0, neste momento o jogador será obrigado a voltar ao menu inicial. Em adição, o jogador poderá sempre abandonar um jogo, clicando na tecla "esc".

Torre	Preço
Archer	50
Canon	100
Mage	150





No menu das "OPTIONS", o utilizador terá acesso a um documento detalhado e informativo. Neste documento, poderá consultar todos os controlos do jogo, garantindo que esteja familiarizado com cada comando necessário para dominar o campo de batalha. Além disso, poderá verificar os custos de cada tipo de torre disponível, incluindo o Arqueiro, o Canhão e o Mago, bem como os custos para melhorar estas torres. Este documento também incluirá informações sobre a quantidade de moedas que o utilizador receberá ao eliminar diferentes tipos de inimigos, permitindo-lhe planejar estrategicamente as suas defesas e otimizar o uso dos seus recursos.



Se o utilizador estiver interessado em verificar as pontuações mais elevadas já obtidas no jogo, pode sempre aceder ao menu "LEADERBOARD". Neste menu, será apresentado com uma lista das pontuações mais altas, incluindo o nome do utilizador que alcançou cada pontuação e o tempo real em que essa pontuação foi alcançada. Esta funcionalidade não só permite que os jogadores comparem as suas habilidades com as de outros, mas também adiciona um elemento competitivo ao jogo, incentivando-os a superar os seus próprios recordes e os dos outros.



## LEADERBOARD

ENTER YOUR NAME  
PLAYER  
PRESS ENTER TO SAVE

JUCA	727
DIOGO	312
DAVID	125



## LEADERBOARD

JUCA	727
PLAYER	405
DIOGO	312
DAVID	125

## Estado Global do Projeto

Menu	Funcionalidade	Dispositivos
Inicial	Seleção de menus e apresentação do jogo.	Video graphics, Mouse, Keyboard, RTC
Play	Jogo em concreto, seleção de torres, criação de torres, apresentação de movimento de inimigos e projéteis, lógica do jogo.	Video graphics, Mouse, Keyboard, RTC, Timer
Leaderboard	Inserção do nome e resultado obtido pelo jogador.	Video graphics, keyboard, RTC

Dispositivo	Funcionalidades	Modo de Utilização
Timer	Movimento de inimigos e projéteis, incrementação da pontuação atual no jogo, verificação, limitação de frames.	Interrupção
Keyboard	Seleção de menus, inserção, escolha de posição e melhoria de torres, escrita do nome do utilizador no Leaderboard.	Interrupção
Mouse	Seleção de menus, seleção de posições das torres.	Interrupção
Video Graphics	Apresentação de imagens no ecrã.	-----
Real-Time Clock	Apresentação do horário atual dentro do jogo.	Interrupção

## Descrição da Utilização dos Dispositivos



Todos os ficheiros referentes a todos estes dispositivos encontram-se dentro da pasta "proj/src/devices". Para além disto, os ficheiros utilizados para a implementação do funcionamento dos dispositivos são uma implementação parcial dos labs, realizados durante o semestre, com leves adaptações e com o uso apenas de funções essenciais ao funcionamento do projeto.

## Timer

O **Timer** é um componente crítico no sistema de controle do jogo, responsável pela sincronização de vários processos essenciais. Este dispositivo utiliza interrupções temporais para gerir a movimentação dos inimigos e projéteis, garantindo que se deslocam em intervalos precisos e regulares. Além disso, o Timer atualiza continuamente a pontuação do jogador em função dos inimigos eliminados, mantendo o score em tempo real. A limitação de frames por segundo (FPS) é também uma função vital do Timer, assegurando que o jogo corre de maneira estável e fluida, prevenindo problemas de desempenho que poderiam ocorrer devido a flutuações na taxa de atualização. Através da regulação e monitorização constantes, o Timer mantém a consistência e a integridade do jogo. O jogo tem os seus frames por segundos limitados a 30, sendo assim, este atualiza 30 vezes por segundo o jogo.

## Keyboard

O **Keyboard** utiliza interrupções para captar a entrada do utilizador, permitindo a interação eficiente e precisa com o jogo. As interrupções de teclado são usadas para diversas funções, incluindo a navegação nos menus, a seleção de opções, a inserção de comandos para posicionar e melhorar torres, e a introdução do nome do jogador no Leaderboard. Cada tecla pressionada gera um sinal de interrupção que é capturado pelo sistema, interpretado e traduzido em ações específicas dentro do jogo. Este método de captura de entrada é fundamental para garantir que as respostas do jogo às ações do utilizador sejam imediatas e precisas, proporcionando uma experiência de jogo responsiva. Especificamente, o keyboard apresenta ações implementadas para as interrupções das teclas "ESC", "a", "c", "m", "u", "p", "l", "o", "q".

## Mouse

O **Mouse** também utiliza interrupções para permitir uma interação intuitiva e precisa. As interrupções de mouse capturam eventos como cliques e movimentos, que são essenciais para a seleção de menus e posições de torres no jogo. Quando o jogador move o mouse ou clica em um botão, um sinal de interrupção é gerado e processado pelo sistema, permitindo

a seleção de opções e o posicionamento exato das torres. Esta captura de eventos em tempo real é crucial para manter a precisão e a rapidez na resposta do jogo às ações do jogador, assegurando que as interações sejam fluidas e eficazes.

## Video Graphics

O nosso projeto está otimizado para suportar perfeitamente duas resoluções distintas: o modo 0x115, com uma resolução de 800x600 pixels, e o modo 0x14C, com uma resolução de 1152x864 pixels. Para garantir uma renderização suave e sem falhas, utilizamos a técnica de double buffering, que permite carregar e apresentar todas as imagens sem causar flickering ou outros problemas visuais. As imagens são carregadas no formato XPM, o que facilita a manipulação gráfica e a integração com o nosso sistema.

No nosso projeto, os sprites são utilizados para representar graficamente diversos elementos do jogo, como personagens, objetos e interfaces. Eles são carregados a partir de imagens no formato XPM e posicionados nas coordenadas desejadas na tela. Os sprites permitem a exibição de gráficos detalhados, incluindo animações simples através da atualização de suas posições e estados ao longo do tempo. Além disso, são utilizados para exibir informações dinâmicas, como pontuações e o relógio em tempo real, garantindo uma interface visual interativa e atraente para os jogadores.

## Real-Time Clock

O **Real-Time Clock (RTC)** é utilizado para manter e fornecer a hora atual dentro do jogo. Este dispositivo gera interrupções periódicas que permitem ao sistema registrar a hora exata de eventos específicos. O RTC é essencial para funções que requerem a marcação temporal precisa, permitindo que o jogo apresente o horário atual no ecrã. Este dispositivo assegura que todos os eventos temporais no jogo sejam sincronizados com o tempo real, proporcionando uma camada adicional de precisão e autenticidade ao registo de conquistas dos jogadores.

## Organização do Código e Estrutura do Projeto

## **Video Graphics File – 10%**

Este ficheiro apresenta algumas funções desenvolvidas no seguimento do lab5 das aulas práticas. De facto funções como as de desenhar píxeis, alteração para modo gráfico e também, a alteração para modo de texto foram todas reutilizadas para o projeto.

## **Keyboard File – 5%**

Este ficheiro contém, praticamente, todas as funções desenvolvidas pelos elementos do grupo nas aulas práticas do lab3, funções estas que permitem receber interrupções deste dispositivo.

## **Mouse File – 5%**

Este ficheiro contém algumas das funções desenvolvidas nas aulas práticas do lab4, como, por exemplo, transformação de bytes para packets, subscrição de interrupções..

## **Real-Time Clock File – 3 %**

Este ficheiro apresenta funções desenvolvidas exteriormente às aulas práticas, nos quais existe a inicialização do mesmo, a atualização de horas, dias, ...

## **Timer File – 7 %**

Este ficheiro é essencial ao bom funcionamento do nosso projeto, este contém as funções desenvolvidas nas aulas práticas, funcionando de forma totalmente idêntica, podemos encontrar neste ficheiro subscrição de interrupções, a configuração da sua frequência...

## **Enemy Constructors File – 3%**

Neste ficheiro encontramos a definição dos três tipos de inimigos, "Orcs", "Skeletons" e "Golems", assim como a sua inicialização.

## **Enemy File – 3 %**

Neste ficheiro encontramos a implementação da estrutura "Enemies", assim como todas as funções necessárias para o bom funcionamento de todos os inimigos, como funções que verificam o seu estado, vida, ...

## **Tower Constructors File – 3 %**

Neste ficheiro encontramos a definição dos três tipos de torres, Mago, Canhão e Arqueiro, assim como a sua inicialização e a obtenção do seu símbolo específico.

## **Tower File – 3 %**

Neste ficheiro encontramos a implementação da estrutura "Tower", assim como todas as funções necessárias para o bom funcionamento de todas as torres, como funções que verificam o seu estado, dano, nível e projéteis.

## **Projectiles File – 5 %**

Neste ficheiro encontramos a definição de um projétil, como a definição de funções que permitem monitorizar e alterar todos estes projéteis e, da mesma forma, a sua criação.

## **Game File – 2 %**

Neste ficheiro apenas encontramos duas funções uma que desenha os sprites estáticos da arena, e outra que dá o display do mouse no menu do jogo, limitando essa representação aos limites da arena.

## **Options File – 2 %**

Neste ficheiro vamos ter acesso à inicialização de todos os sprites necessários para o desenho das instruções no menu "OPTIONS" do nosso jogo.

## **Menu File – 5 %**

Neste ficheiro , para além do acesso à função responsável pelo desenho dos sprites do menu inicial, temos acesso a funções que processam o clique do rato dentro deste menú.

## **List File – 5 %**

Neste ficheiro encontramos a definição de uma estrutura de lista que apresenta um Sprite e um "Enemy" como conteúdo que nos permitiu associar estas duas entidades para o funcionamento do projeto.

## **P\_List File – 10 %**

Neste ficheiro temos a definição de mais duas listas, sendo a primeira uma lista, que tem como conteúdo um Sprite e uma "Tower", e outra que apresenta da mesma forma um Sprite e um "Projectile" como conteúdo da mesma.

## **Position File – 2 %**

Neste ficheiro temos a definição de posições utilizadas para a movimentação e colocação de inimigos, torres e projéteis na arena.

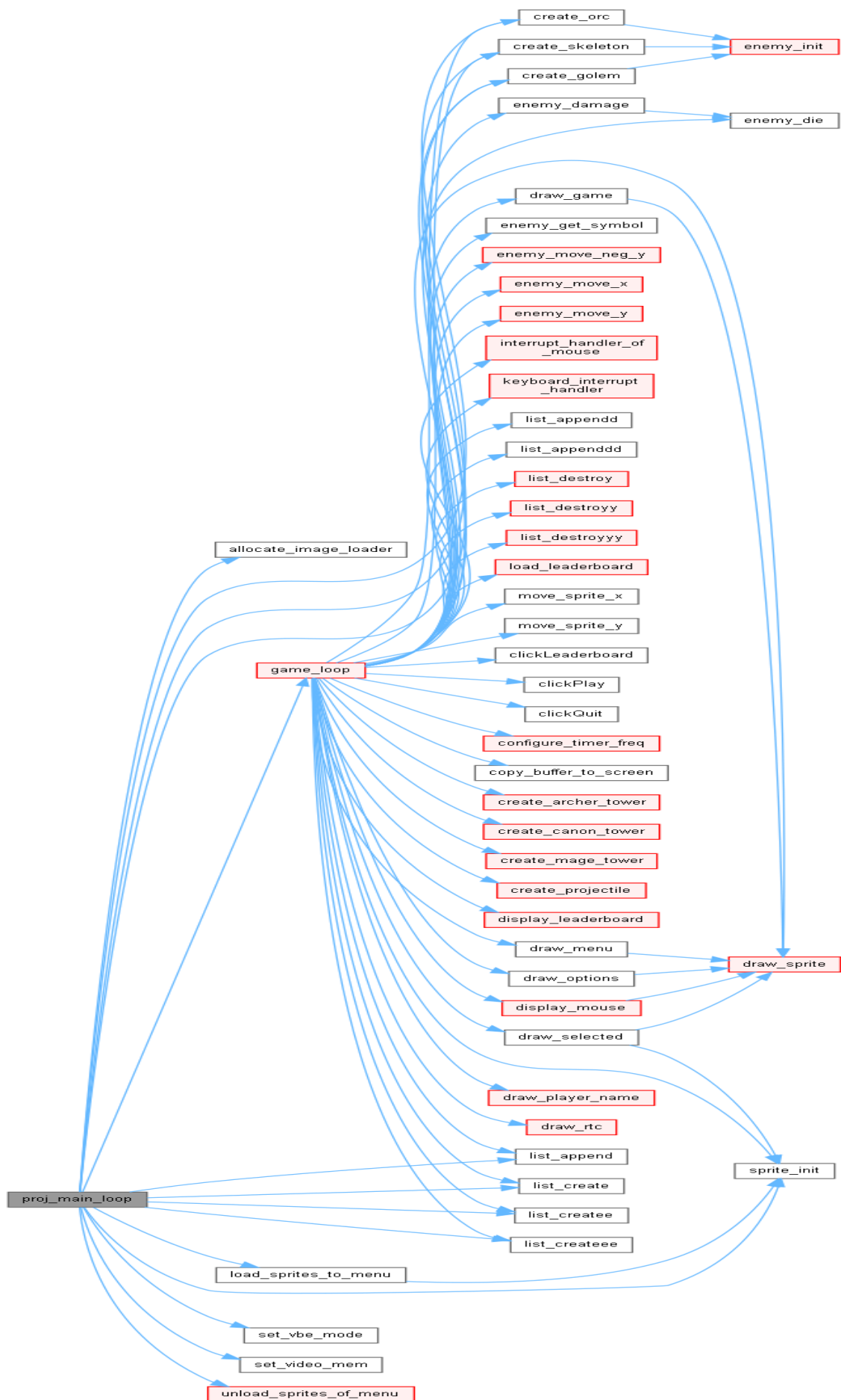
## **Sprite File – 12 %**

Neste ficheiro temos a definição de sprites, a sua inicialização, a sua leitura de XPM, assim como funções que permitem a movimentação dos mesmos. Para além disto, apresenta funções de carregamento de sprites, assim como funções que permitem a sua destruição.

## **Main File – 15 %**

Neste ficheiro encontramos maior parte da lógica desenvolvida e que permite o jogo funcionar sem problemas, uma vez que o nosso projeto usa recorrentemente listas, toda esta lógica necessita de estar implementada no ficheiro main.

## **Grafo das Function Calls**



# Detalhes de Implementação

## Programação Orientada a Objetos

Para aumentar a eficiência na criação de diferentes tipos de torres e inimigos em nosso projeto, nosso grupo utilizou técnicas de programação orientada a objetos. Implementamos uma estrutura base chamada "Tower" e outra chamada "Enemy", que servem como estruturas gerais. A partir dessas estruturas, criamos subclasses para diferentes tipos de torres e inimigos, que variam apenas em alguns atributos específicos das estruturas mães "Tower" e "Enemy". Essa abordagem nos permitiu reutilizar código e facilitar a manutenção e expansão do sistema.

## Utilização do Real-Time Clock

No nosso projeto, o RTC (Real-Time Clock) desempenha um papel fundamental na gestão do tempo. Utilizamos o RTC para manter um registro preciso do tempo no sistema, permitindo sincronização de eventos e atualizações periódicas. Implementamos funções para atualizar os dados de tempo, incluindo segundos, minutos, horas, ano, mês e dia, garantindo uma representação precisa do tempo no jogo. Além disso, o RTC permite-nos realizar ações específicas com base no tempo decorrido, como a atualização de eventos em intervalos regulares. Isso contribui para uma experiência de jogo mais imersiva e dinâmica, com eventos e mudanças no ambiente ocorrendo em sincronia com o tempo real.

## Implementação de diferentes tipos de Listas



Ao trabalhar com listas na implementação de elementos do jogo, como torres, inimigos e projéteis, enfrentamos desafios significativos. A criação e utilização dessas listas, assim como a verificação de apontadores dentro das estruturas, revelaram-se complexas. Encontramos dificuldades em garantir a integridade dos dados armazenados nas listas, especialmente ao adicionar e remover elementos dinamicamente. A necessidade de lidar com múltiplos níveis de apontadores dentro das estruturas também aumentou a complexidade da gestão da memória. Superar esses desafios exigiu uma compreensão profunda dos conceitos de manipulação de listas e uma abordagem cuidadosa na implementação das operações básicas, como adicionar, remover e percorrer os elementos. Apesar das dificuldades encontradas, a experiência proporcionou-nos uma valiosa aprendizagem sobre a manipulação eficiente de estruturas de dados dinâmicas em projetos de desenvolvimento de jogos.

## **Conclusões**

Na implementação do nosso projeto cumprimos com todas as funcionalidades desejadas e planeadas no início do desenvolvimento dele.

De facto, devido ao tipo de jogo apresentado a implementação da serial Port tornou-se algo complicado e não essencial a um bom funcionamento do jogo. Mesmo assim, o nosso grupo defende que a adição deste dispositivo no âmbito do desenvolvimento de um jogo multijogador seria muito benéfico para o projeto.

A organização de todo o trabalho demonstrou ser um dos principais fatores de destaque deste projeto, uma vez que existiu uma distribuição equilibrada de todo o trabalho por toda a equipa. Em adição, um planeamento consciente e um início prévio permitiu uma maior tranquilidade na realização do projeto, assim como uma maior facilidade de questionar o docente da cadeira com tempo. Finalmente, é com um enorme benefício que todos os elementos deste grupo terminam este projeto, reconhecendo assim a sua importância no percurso e formação individual.