

# Introdução a Computação Gráfica

## Projeto final: aMaze Story

Luiz Fernando Gomes de Oliveira  
Gustavo Jaruga Cruz  
Guilherme Fay Vergara

### Resumo

Apresentação do aMaze Story. Como foram tomadas as decisões e o que ele pode oferecer. Uma descrição breve sobre seus objetos e compilação.

## 1 INTRODUÇÃO

ESTE programa, aMaze Story, trás não apenas as lições ensinadas em sala de aula, mas também alguns conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de engenharia que serão compartilhados neste documento. Será abrangido conhecimentos de programação C++ e Makefile. Algumas dicas de como gerar um código que seja multiplataforma. Por fim teremos também alguns comentários sobre algumas ferramentas úteis para grupos de programação, tais como SVN e Valgrind. O projeto se diferencia dos demais por conter também funções de áudio, com o uso da biblioteca OpenAL.

### 1.1 A Historia

Toru Iwatani, criador do jogo PAC-MAN, se inspirou em uma história infantil sobre uma criatura que protegia as crianças dos monstros por comê-los. Um dos métodos de design Iwatani incluído a palavras-chave associadas com uma história para auxiliar no desenvolvimento de suas ideias. O kanji da palavra taberu ("comer"), tornou-se a premissa para o jogo. A palavra kuchi ("boca") tem um formato quadrado para seu símbolo kanji e forneceu a inspiração para o jogo da principal lenda personagem - o mais conhecido de Iwatani receber sua inspiração de uma pizza com uma fatia faltando foi, por sua própria admissão, não inteiramente correta:

[h] *"Bem, é uma meia verdade. Em caráter do japonês para boca (Kuchi) tem uma forma quadrada. Não é circular como a pizza, mas eu decidi arredonda-lo. Havia a tentação de fazer a forma de Pac-Man menos simples. Enquanto eu estava projetando este jogo, alguém sugeriu adicionar os olhos. Mas nós finalmente descartamos essa ideia, porque uma vez que nós adicionássemos os olhos, nós gostaríamos de adicionar óculos e talvez um bigode. Não teria fim. O alimento é a outra parte do conceito básico. Na minha concepção inicial, eu tinha colocado o jogador em meio*

*a comida por toda a tela. Então eu pensei sobre isso, percebi que o jogador não saberia exatamente o que fazer: o objetivo do jogo seria obscuro. Então, eu criei um labirinto e coloquei a comida nele. Assim, quem jogasse o jogo teria alguma estrutura ao se mover através do labirinto. Os japoneses têm uma gíria - paku-paku - eles usam para descrever o movimento da boca abrindo e fechando, enquanto se come. O nome Puck-Man veio essa palavra. "*

- Toru Iwatani

Os monstros da história das crianças foram incluídos como quatro fantasmas que perseguem o jogador através do labirinto, proporcionando um elemento de tensão. Ataques contra o jogador foram projetados para vir em ondas (semelhante ao **Space Invaders**), em oposição a um ataque sem fim, e cada fantasma foi dada uma personalidade única e caráter. A história das crianças também incluiu o conceito de kokoro ("espírito") ou uma força de vida utilizada pela criatura que lhe permitia comer os monstros. Toru incorporou este aspecto da história de quatro pastilhas de energia comestíveis no labirinto para virar a mesa contra os fantasmas, tornando-os vulneráveis a ser comido pelo jogador.

A aparência de Puck-Man continuou a evoluir por mais de um ano. Uma grande quantidade de tempo e esforço foi feito para desenvolver os fantasmas padrões de movimentos únicos através do labirinto e aprimorando as variáveis do jogo de dificuldade, como placas foram apuradas. Símbolos de bônus (incluindo o carro-chefe Galaxian) foram adicionados à mistura, em algum momento, e os fantasmas foram finalmente nomeados: Akabei, Pinky, Aosuke, e Guzuta. Efeitos sonoros e música foram alguns dos toques finais adicionados, com o desenvolvimento se aproximando do fim, eram feitos ajustes constante do comportamento dos fantasmas. Tornando-se por fim como apresentado na figura 1.



**Figura 1:** Pac-Man.

O clássico dos anos 80 só foi ter um score perfeito - máximo de pontos, sem falhas ou mortes - em 1999, quando *Billy Mitchell* conseguiu a incrível marca de 3,333,360 pontos, após vencer os consecutivos 256 níveis do jogo.

Midway era uma distribuidora de jogos que funcionam com moedas nos EUA. Estavam sempre procurando o próximo grande sucesso do Japão para licenciar e trazer para a América. Eles optaram por tanto Puck-Man e Galaxian, modificando os armários e obras de arte para torná-los mais fáceis de fabricar, bem como proporcionar um olhar mais americano.

Puck-Man passou por grandes mudanças: o gabinete foi ligeiramente modificado, mudando a cor de branco para um amarelo brilhante para fazê-lo sobressair no arcade. O detalhado gabinete multi-colorido foi substituído com mais barato, para produzir em três cores de arte que ilustra uma representação icônica de Puck-Man (agora desenhado com olhos e pés) e um fantasma azul. Nomes ingleses foram dadas para os fantasmas (Blinky, Pinky, Inky e Clyde), e o título foi mudado da Namco para a Midway. A mudança mais significativa para Puck-Man foi o nome. A Midway temia que seria muito fácil para vândalos desagradável de espírito para mudar o P em Puck-Man para um F, criando um epíteto desagradável. Não querendo seu produto associado a esta palavra, a Midway renomeou o jogo para Pac-Man antes de liberá-lo para os arcades americanos em outubro de 1980. [1]

## 1.2 Os fantasmas e seus comportamentos

Ao final da implementação do jogo original, os fantasmas ganharam características e personalidades, possuindo cada um uma AI distinta. Essa é provavelmente uma das últimas implementações que será realizada neste nosso jogo - se vier a ser implementada. No jogo original, haviam apenas quatro fantasmas, dos quais falaremos um pouco mais sobre eles.

### 1.2.1 Blinky

O fantasma vermelho é apropriadamente descrito como o de uma sombra e é mais conhecido como "Blinky".

No Japão, seu personagem é representado pelo oikake palavra, que significa "correr para baixo ou prosseguir". Blinky parece ser sempre o primeiro dos fantasmas para acompanhar o Pac-Man no labirinto. Ele é de longe o mais agressivo dos quatro e vai obstinadamente buscar Pac-Man uma vez atrás dele.

Todos os fantasmas movem-se com a mesma taxa de velocidade quando se inicia um nível, mas Blinky irá aumentar a sua taxa de velocidade duas vezes por nível baseado no número de pontos que permanecem no labirinto. Enquanto neste estado acelerado, Blinky é comumente chamado de "*Cruise Elroy*", mas ninguém parece saber onde esse costume se originou ou o que significa. No primeiro nível, por exemplo, Blinky torna-se Elroy quando existem 20 pontos remanescentes no labirinto, vindo a ser tão rápido como Pac-Man. [1]

### 1.2.2 Pinky

Apelidado de "Pinky", o fantasma rosa é descrito como alguém que é rápido. No Japão, ele é caracterizado como machibuse, que significa "para realizar uma emboscada", talvez porque Pinky sempre parece ser capaz de chegar à frente de você e pega-lo quando você menos espera. Ele se move sempre à mesma velocidade como Inky e Clyde, no entanto, o que sugere que "rápido" é uma má tradução do machibuse. Pinky e Blinky muitas vezes parecem estar trabalhando em conjunto para encurralar Pac-Man, deixando-o sem ter para onde correr. [1]

No modo perseguição, Pinky se comporta assim, porque ele não tem como alvo o Pac-Man diretamente. Em vez disso, ele seleciona um deslocamento quatro peças adiante de Pac-Man na direção em que Pac-Man está se movimentando. Porém o jogo original carregava um bug. Se o Pac-Man estivesse se movimentando para cima, Pinky não apenas quatro posições para cima, mas também quatro posições para a esquerda, mirando assim a uma distancia

de  $\sqrt{32}$  posições na diagonal superior esquerda de Pac-Man. Este bug ocorre devido a um problema de overflow, como pode ser observado no trecho abaixo onde a rotina de busca de Pinky é transcrita.

*Subrotina de alvo de Pinky [2]*

```
; load DE with Pac-man's position
278E ED5B394D LD DE, (#4D39)
; load HL with Pac-man's direction vector
2792 2A1C4D LD HL, (#4D1C)
; double Pac-man's direction vector
2795 29 ADD HL, HL
; quadruple Pac-man's direction vector
2796 29 ADD HL, HL
; add result to Pac-Man's position to give target
2797 19 ADD HL, DE
```

Em todas as demais direções, o vetor do Pac-man possui apenas uma coordenada não nula, porém quando quando esta subindo, este vetor recebe o valor  $(1, -1)$ , assim, HL passa a ter como valor final um vetor de valor  $(4, -4)$ .

### 1.2.3 Inky

O fantasma azul é apelidado de "Inky" e seu personagem é descrito como alguém que é tímido. No Japão, ele é retratado como Kimagure, que significa "um temperamento inconstante, temperamental, ou irregular". Talvez não surpreendentemente, Inky é o menos previsível dos fantasmas. Às vezes, ele persegue agressivamente Pac-Man como Blinky, outras vezes ele salta à frente de Pac-Man como Pinky faria. Ele pode até mesmo vagar como Clyde na ocasião! Na verdade, Inky pode ser o fantasma mais perigoso de todos, devido ao seu comportamento errático. [1]

### 1.2.4 Clyde

O fantasma laranja é apelidado de "Clyde" e é caracterizado como aquele que é chato. No Japão, seu personagem é descrito como otoboke, ou seja, "ignorância fingindo", e seu apelido é "Guzuta", que significa "aquele que fica para trás". Na realidade, Clyde se move na mesma velocidade que Inky e Pinky, então sua descrição do personagem é um pouco errônea. Clyde é o fantasma último a deixar a caneta (local onde os fantasmas começam) e tende a separar-se dos outros fantasmas por se afastando do Pac-Man e fazer sua própria lógica, quando ele não está patrulhando seu canto do labirinto. Apesar de não ser tão perigosos quanto os outros três fantasmas, o seu comportamento pode parecer imprevisível, e ainda deve ser considerado uma ameaça.

Durante o modo perseguição, Clyde muda sua lógica com base em sua proximidade com Pac-Man. Ele primeiro calcula a distância euclidiana entre sua posição e a de Pac-Man. Se a distância entre eles é de oito peças ou mais, Clyde busca Pac-Man diretamente como Blinky faz. Se a distância entre eles é inferior a oito peças, no entanto, Clyde muda seu comportamento para a forma que ele normalmente usa durante o modo de dispersão e vai para seu canto até que ele estar longe o suficiente para começar a busca por Pac-Man de novo. [1]

## 1.3 Objetivos

No início do projeto, tínhamos os seguintes desafios:

- Criar um programa que faça de uso das ferramentas do OpenGL.
- Aperfeiçoar o conhecimento da linguagem C para viabilizar a construção de um programa com grande volume de dados de forma prática e passível de modulação.

Devido ao OpenGL ser uma ferramenta bastante conhecida, é extremamente fácil encontrar na internet exemplos e modelos utilizando a ferramenta, porém com o decorrer do projeto, o grupo tratou de incluir alguns novos itens como desafios para o projeto, a fim de melhorar a qualidade do produto final. Estes foram os pontos incluídos:

- **Uso da linguagem C++**, no intuito de aproveitar o conceito de orientação de objetos para expandir o projeto para um jogo mais próximo de algo com formato profissional.
- **Caracterização dos módulos**, dividindo assim o programa em vários arquivos fontes menores, facilitando assim a localização de *bugs* e permitindo também a possibilidade de que várias pessoas editem o código simultaneamente.
- **Uso de ferramentas VCS/SVN**, permitindo vários backups e facilitando a construção de várias partes do código em múltiplos computadores.
- **Portabilidade**. O conhecimento de que o OpenGL não se restringia apenas a plataforma *Windows* acabou gerando o desejo de produzir um código que pudesse ser compilado em qualquer computador, seja *Windows*, *Mac* ou *Linux*.

## 1.4 Entradas e Saídas

Inicialmente, o grupo precisava de uma sala complexa, com várias paredes e corredores. Assim poderíamos levantar estruturas de colisões, movimentação, iluminação e texturas. De início, foi utilizado um algoritmo chamado de "*Growing Tree*" [3], utilizado para a criação de labirintos. Inicialmente foram escolhidos dois programas base para a criação de um labirinto randômico e posteriormente a exportação do labirinto para o programa. Ambos podem ser encontrados em [4] e [5].

Com a evolução do programa e as ferramentas feitas, foi adotado um labirinto fixo, que tivesse as características dos jogos clássicos de PAC-MAN, que pode ser observado na figura 1.

O programa ainda continua fazendo leituras do teclado e do mouse para a movimentação do usuário, apresentando apenas como saída o *framebuffer* na tela do usuário.

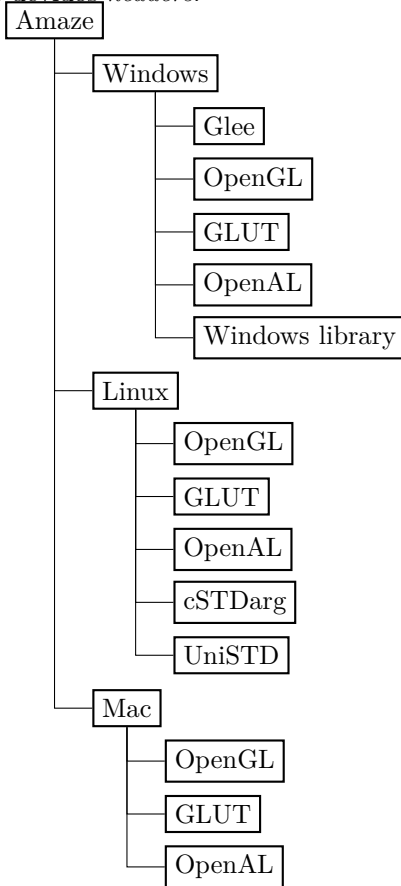
## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Estruturas

#### 2.1.1 Arquitetura

No intuito de manter o jogo compatível com qualquer sistema operacional, foi decidido centralizar as inclusões de bibliotecas em um único arquivo. Para essa função

foi criado o arquivo *defines.h*, que é responsável por reconhecer o sistema em que esta sendo compilado e incluir os devidos headers.



Com base nas dependências de cada sistema operacional, foi montado então o *header* da seguinte forma:

```

defines.h

#if defined (__APPLE__) || defined (MACOSX) /*MAC OS*/
#include <GLUT/glut.h>
#include <OpenAL/alut.h>
#include <OpenAL/al.h>
#include <OpenAL/alc.h>
#else
#ifdef _WIN32 /* Windows */
#define WIN32_LEAN_AND_MEAN
#include <glee.h>
#include <gl/gl.h>
#include <gl/glut.h>
#include <windows.h>
#include <AL/al.h>
#include <AL/alc.h>
#include <AL/alut.h>

#define sleep(x) Sleep(x)
#else /*Linux*/
#include <cstdarg>
#include <unistd.h>
#include <GL/gl.h>
#include <GL/glut.h>
#include <GL/glu.h>
#include <AL/al.h>
#include <AL/alc.h>
#include <AL/alut.h>

#define Sleep(x) usleep(x<1000000?10000+300*x:x)
#endif
#endif

```

No trecho mostrado acima, podemos ver como o programa reconhece em qual sistema esta sendo compilado e

em qual endereço irá procurar pelas bibliotecas. A decisão é tomada de forma bem simples e objetiva, buscando apenas saber se as definições **MACOSX** ou **\_\_WIN32** existem. Com estas duas definições é suficiente para dividir entre os três sistemas operacionais que o programa se propõe a dar suporte.

Porém este não é o único problema enfrentado quando se trata de um programa multiplataforma, mas também existem as dificuldades com a própria compilação e funções de espera. Assim, pode-se observar algumas adaptações da função **sleep()** no trecho acima.

Visando o problema de compilação, foi feito um arquivo *makefile* que procede com teste semelhante ao feito no *defines.h* para verificar em que sistema se encontra e assim efetuar os links corretamente. Um trecho do *makefile* pode ser observado a seguir:

```

Makefile

uname = $(shell uname)
ifeq ($(uname),Linux) # Linux OS
GLFLAGS=-lglut -lglui -lGLU -lGL -lalut -lopenal
SEARCH=dpkg -l | grep -iq
else
ifeq ($(uname),Darwin) # MAC OS X
GLFLAGS=-framework OpenGL -framework GLUT \
        -framework OpenAL
SEARCH=ls /System/Library/Frameworks | grep -i
else #Windows
GLFLAGS=-lopengl32 -lglut32 -lglee -lalut
SEARCH=
endif
endif

```

É válido aproveitar a oportunidade para frisar no trecho mostrado acima do *makefile* a inclusão das flags *-lalut* e *-lopenal* para inclusão de áudio no programa.

### 2.1.2 Audio - OpenAL

O som do sistema é reproduzido por uma biblioteca chamada **OpenAL**, que permite a criação e reprodução de sons através dos seus buffers e sources. Além disso, ainda foi utilizado o **alut**, que é uma biblioteca auxiliar para o openAL. O alut consta de funções que efetivamente decodificam e carregam o arquivo de audio para os buffers do openAL e a criação das sources utilizadas para a reprodução a partir destes buffers..

O openAL é capaz de reproduzir sons em diversas frequências e velocidades, com direção em um espaço 3d. No sistema porém é apenas utilizada uma versão super-simplificada disso, ou seja, consta apenas de um som estático. Não importa aonde o jogador se encontre, o som seja sempre ouvido da mesma forma.

Como comentado acima, o alut, assim como o openAL, trabalha em cima de buffers and sources. Primeiramente o arquivo de audio é decodificado e jogado num buffer. Após isso, caso o buffer tenha sido criado com sucesso, é atribuído este buffer para uma nova source. As sources podem conter diversos atributos como direção, posição, velocidade e etc para a representação dos sons nos espaços 3d. Porém no caso do sistema, como o som ouvido é sem direção e posição, basta setarmos o seu buffer e quando o source for chamado o som será ouvido.

### 2.1.3 Sistema

A arquitetura do sistema é relativamente simples e consta somente de dois grandes elementos e suas variações. Primeiro temos a classe **Map**. Esta classe é responsável por carregar um mapa através de um arquivo .map e coloca-lo em uma lista de **Tiles** que basicamente guardam a posição X, Y e o tipo de bloco que está ocupando. (O sistema possui um otimizador de Tiles que grava nos tiles também quais lados das paredes devem ser impressos caso o tile seja uma parede. Isto ajuda muito no framerate final do sistema.)

A outra importante classe que temos são os elementos que se movem do sistema. Isto é, elementos da classe **Entidade** e suas duas outras derivações **Player** e **Enemy**. A classe Entidade consta de todo e quaisquer elementos do sistema que se movem e possam ou não colidir entre si. Os elementos desta classe também possuem conhecimento do **Map** e a partir deste conhecimento é calculado aonde podem ou não se moverem.

A moedas que o jogador deve coletar não são um objeto do sistema, e sim apesar uma definição do **Tile**. Desta forma, não é necessário calcular uma colisão entre o jogador e as moedas. Caso o jogador esteja próximo ao centro de um **Tile** com uma moeda, será detectado que o jogador pegou a moeda e o **Tile** agora será de um chão vazio.

### 2.1.4 O loop do jogo

O “loop” do jogo significa tudo aquilo que é feito durante cada frame mostrado na tela. As teclas pressionadas, os cálculos de novas posições, detecção de colisões, desenho do mapa, desenha das entidades e etc.

- 1) A iteração começa calculando as novas velocidades e acelerações, assim como as posições para todas as **Entidades**. Isso também já testa as posições do mapa para garantir que está em um espaço que possa se mover.
  - a) Caso haja uma colisão com o mapa a entidade simplesmente para de se mover.
- 2) É chamado o método que testa as colisões entre **Entidade** e **Entidade**.
  - a) Caso haja uma colisão entre outra entidade, é gerado uma notificação para tanto a classe que achou a colisão quanto para a classe que sofreu esta colisão. E nada é feito.
- 3) É chamado o método que executa as colisões em todas as **Entidades**.
  - a) Este método irá verificar se foi notificada uma colisão para o objeto.
    - i) Caso haja uma colisão é calculado a reação mais apropriada.  
*No exemplo do **Player** colidindo com um **Enemy**: o sistema irá verificar se o jogador está em sua forma especial, caso esteja,*

*o **Enemy** é destruído caso não esteja, o inverso acontece.*

- ii) Após as reações, é então limpo as notificações de colisão.
- 4) É calculado em qual modo o **Player** se encontra. E modificado a música de acordo.
  - a) Ao comer uma moeda especial, a música atual para, é tocado um efeito por 5 segundos e outra música começa a ser tocada até o final do efeito.
- 5) É executado o Render.
  - a) As luzes são setadas nas suas posições iniciais.
  - b) O mapa que está até vinte quadrados de distância do jogador é processado e construído de acordo com os valores dos **Tiles**. Isso inclui as texturas e moedas.
  - c) Os inimigos são renderizados.
  - d) É renderizado o mini-mapa 2d sobre uma projeção ortho2d.

Esse processo é repetido a cada frame do programa.

### 2.1.5 Execução

**2.1.5.1 Windows:** O programa foi desenvolvido com auxílio da IDE *CodeBlocks*<sup>1</sup>. Assim, para gerar o executável na plataforma, basta abrir o arquivo *Projeto - Labirinto.cbp* no *CodeBlocks* e mandar compilar/construir o projeto. Na própria IDE haverá meios de executar o arquivo de saída, porém na pasta do projeto será possível localizar também o arquivo \*.exe.

**2.1.5.2 Linux:** Para se construir o programa na plataforma Linux, é necessário ter algumas bibliotecas instaladas no sistema. Dentre elas é válido destacar as do OpenGL e de áudio (*Alut* e *Openal*). Na pasta onde se encontra os arquivos fontes, é possível localizar o arquivo *makefile*. No terminal, basta executar o comando **make run** no diretório contendo o arquivo *makefile* para compilar os arquivos e inicializar o programa corretamente. Caso alguma das bibliotecas necessárias não estejam instaladas, será observado a lista de *warnings/errors*, orientando qual biblioteca deve de ser instalada. É válido lembrar que para instalar as bibliotecas para este fim na plataforma Linux, deve-se buscar pelos nomes com o sufixo *-dev*, garantindo assim que serão instalados os arquivos necessários. A compilação será feita de forma silenciosa e se não tiver problemas, apresentará uma saída semelhante a:

*Saída do terminal - Linux*

```
$ make run
System: Linux OS
compiling...ok
Running...
```

**2.1.5.3 Mac OS:** Semelhante aos passos no sistema Linux, o usuário terá que executar o comando **make run** no diretório contendo o arquivo *makefile* para compilar os arquivos e inicializar o programa corretamente. Se a compilação ocorrer corretamente, a saída deverá ser semelhante a:

1. Acesse <http://www.codeblocks.org/> para maiores informações sobre a IDE.

*Saída do terminal - Mac OS*

```
$ make run
System: Darwin
compiling...ok
Running...
```

**2.1.5.4 Valgrind/Callgrind:** No intuito de melhor observar como o programa se comportava durante sua execução, utilizamos da ferramenta do *Valgrind* para visualizar a sequencia de chamadas efetuadas no programa. Para isso foi incorporado no *Makefile* a chamada para o Valgrind, onde uma nova compilação ocorre sem as chamadas de otimização e verificação de erros seguida da chamada do Valgrind para a geração de um arquivo *Callgrind.out*. Este arquivo pode ser utilizado para gerar um gráfico com as chamadas realizadas pelo programa *KCachegrind* semelhante ao gerado na imagem 2. É valido lembrar que o Valgrind roda com memoria limitada. Por este motivo, ele não permite realizar o monitoramento do programa por períodos muito extensos. O gráfico apresentado na figura 2 foi gerado disponibilizando apenas 16MB para captura de dados no Valgrind [6], como pode ser observado no trecho do manual:

*By default, Valgrind uses the current "ulimit" value for the stack size, or 16 MB, whichever is lower. In many cases this gives a stack size in the range 8 to 16 MB, which almost never overflows for most applications.* [6]

Normalmente, faríamos da seguinte forma para usar o Valgrind:

*Gerando arquivo callgrind.out*

```
$ make valgrind
g++ -g *.cpp -o prog -lglut -lglui -lGLU -lGL -lalut
-lopenal
valgrind --tool=callgrind --dsymutil=yes
--trace-jump=yes ./prog
```

Porém algumas opções foram incluídas para ter uma resposta mais apropriada. A primeira alteração trata-se da forma de compilação. Ao invés de compilar todos os arquivos diretamente, foi criado uma biblioteca dinâmica, para que o executável final carregue apenas as funções que realmente foram usadas - já que nosso código ainda carrega algumas funções para debug.

*Gerando uma biblioteca dinâmica*

```
g++ -g -c button.cpp defines.cpp eventos.cpp
minimap.cpp soundAL.cpp textureloader.cpp camera.cpp
entidade.cpp framerate.cpp map.cpp player.cpp
text.cpp tile.cpp
ar rc libAmaze.a *.o
```

Em seguida, utilizamos a biblioteca dinâmica para compilar o arquivo principal do jogo. Essa atitude permite que o binário carregue menos informações, o que implica em uma quantidade de memoria menor reservada no Valgrind.

*Compilando com a biblioteca dinâmica*

```
g++ -g gamemanager.cpp -o ToGring -lglut -lglui -lGLU
-lGL -lalut -lopenal -L./ -lAmaze
```

Assim, temos um novo binario - ToGrind - contendo apenas as funções realmente utilizadas no programa. Por fim, chamamos o Valgrind, passando algumas opções a mais:

*Chamada personalizada do Valgrind*

```
valgrind --tool=callgrind --dsymutil=yes ./ToGring -q
--fullpath-after=string --show-possibly-lost=yes
--trace-children=yes -v --main-stacksize=512MB
```

Seguem a lista de alterações passadas para o Valgrind:

- 1) **fullpath-after:** Essa opção é importante para programas que contenham muitos arquivos em distintos diretórios.
- 2) **show-possibly-lost:** Mostra possíveis blocos de memoria perdidos.
- 3) **trace-children:** Caso o programa produza processos filhos, eles serão acompanhados também.
- 4) **main-stacksize:** Altera o tamanho de memoria reservado para captura de dados.

**2.1.6 Artefatos**

**2.1.6.1 Arquivos:** Arquivos utilizados na construção do programa<sup>2</sup>:

- button.cpp
- button.h
- camera.cpp
- camera.h
- defines.cpp
- defines.h
- entidade.cpp
- entidade.h
- eventos.cpp
- eventos.h
- framerate.cpp
- framerate.h
- gamemanager.cpp
- gamemanager.h
- map.cpp
- map.h
- minimap.cpp
- minimap.h
- player.cpp
- player.h
- soundAL.cpp
- soundAL.h
- text.cpp
- text.h
- textureloader.cpp
- textureloader.h
- tile.cpp
- tile.h
- vetor3d.h
- vetor.h

**2.1.6.2 README:** O arquivo README pode ser localizado dentre os arquivos fontes, em B.2.12. Nele há algumas informações sobre como o programa foi desenvolvido e uma breve instrução de como construir o jogo a partir do código fonte. O README foi implementado com base na linguagem *textile*, devido ao fato de todo o código estar sediado em um servidor SVN que incorpora o arquivo leia-me de um projeto na página principal, oferecendo assim uma recepção visual prazerosa para aqueles que acessam o projeto na rede. Mais sobre *textile* pode ser encontrado em [7].

### 2.1.7 Problemas Técnicos

**2.1.7.1 Inconsistências entre sistemas operacionais::** Ao apertar Shift para correr após já estar se movendo em windows o SO windows não envia o evento e portanto não realiza a corrida. Ao passo que no SO linux o evento é enviado e o jogador começa a corrida, como deveria.

**2.1.7.2 Frame rate::** O sistema utiliza-se de um frame cap de 60 FPS. Porém ocorre certas divergências devido aos sleep's do windows e do linux serem um pouco diferentes entre si.

## 3 CASO DE TESTE

Foram feitos três estudos de casos referentes ao programa em si.

### 3.1 Sistema de derrota

Para o primeiro caso é estudado a situação de derrota. É a situação onde o jogador colide com um fantasma.

Pré-condições	Ter iniciado o programa
Procedimentos	1. Usando as teclas WSAD e o mouse, andar na direção de um inimigo.
	2. Colidir com o inimigo.
Resultado Esperado	Musica de derrota é tocada. Jogador perde uma vida e retorna para a tela principal com uma mensagem de derrota.
Pós-condições	Câmera do jogador parada olhando para o muro.

### 3.2 Sistema de movimento

Neste segundo estudo é verificado a condição primaria do programa, ou seja, iniciar o jogo e movimentar-se pelo cenário.

Pré-condições	Ter iniciado o programa
Procedimentos	1. Apertar sobre o botão quadrado no centro para iniciar o jogo.
	2. Usar as teclas WSAD para se movimentar.
	3. Segurar o botão esquerdo do mouse e movimenta-lo para mover a direção da câmera.
Resultado Esperado	A musica é alterada. Mostra a câmera do jogador e permite move-la com WSAD. Permite mover a direção da câmera com o mouse ao apertá-lo.
Pós-condições	É alterada a posição do jogador no ambiente. Ao fazer de uso do mouse, é alterado a direção de visão do jogador.

### 3.3 Sistema de colisão

Neste terceiro estudo é verificado a condição de colisão com objetos. Para tal é verificado a colisão com a parede.

Pré-condições	Ter iniciado o programa
Procedimentos	1. Usar o mouse para apontar a câmera para a direção de um muro.
	2. Usar a tecla W para seguir em frente e tentar atravessar o muro.
Resultado esperado	O programa não deixa a câmera do jogador ultrapassar o muro e para o seu movimento.
Pós-condições	Câmera do jogador parada olhando para o muro.

## 4 CONCLUSÃO

### 4.1 Aprendizagem

A matéria de Introdução a Computação Gráfica trouxe grande aprendizagem para o grupo quanto a questões de representação de figuras tridimensionais em programas, porém o jogo serviu não apenas para lapidar os conhecimentos ofertados na matéria, mas também para aumentar ainda mais a gama de ferramentas que poderiam ser utilizadas em conjunto. Foi graças ao jogo que o grupo teve contato com OpenAL, uma biblioteca de áudio *open-source* que tornou possível a simplificação e cross-compilação entre os distintos sistemas operacionais. Não o bastante, este projeto serviu também para fixar o uso de ferramentas como o Apache Subversion (também conhecido por SVN), um sistema de controle de versão que permitiu com que



o grupo trabalhasse de forma independente do desenvolvimento dos demais membros, acelerando assim a produção final não apenas do código fonte, mas os relatórios e apresentações. Por último, e não menos importante esta o uso de diversos sistemas operacionais para um mesmo código. Este desafio foi fundamental para policiar a forma de programação que o grupo praticaria, obrigando a todos os membros a respeitar alguns tópicos fundamentais, que é exposto por muitas das empresas de jogos, como a Valve, em seu fórum de desenvolvedores [8], onde recomenda não apenas o uso de ferramentas como o SVN ou Git, mas que seja implementado um controle do código, com estruturas como `#ifndef` ou `#ifdef` que são parâmetros fundamentais para que em momento de compilação, o compilador possa tomar decisões de quais bibliotecas serão incluídas. Infelizmente, muitas dicas úteis citadas no site da Valve [8] não foram implementadas no jogo, como o uso de multi-threads ou sinais de controle, e ficarão marcadas como sugestões para futuras implementações. Mesmo assim, o grupo entrega o jogo como um produto finalizado, pois estamos satisfeitos com os resultados obtidos até então, e deixamos as futuras implementações como um convite para que os membros não se distancie deste nível de programação que nos trouxe tanto prazer.

## 4.2 Dificuldades encontradas

- Dificuldades em descobrir o modo com que o glut atribui as funções e gerencia os eventos.
- Dificuldades em tornar o jogo jogável por multiplataformas; especificamente no tratamento de sons.
- Dificuldade em imprimir objetos 2d por cima do cenário 3d (minimap)

## 4.3 Sugestões

- Multiplayer para 2 jogadores Alternados.
- Registro de nome para usuários que concluírem um nível com sua respectiva pontuação.
- Uso de multi-threads no código no intuito de conseguir melhor desempenho.
- Inclusão de verificação de sinais, com o intuito de que o código possa ter melhor controle de si mesmo, e que erros inesperados não sejam motivo de acúmulo de lixo na memória após uma quebra forçada do programa.

## REFERÊNCIAS

- [1] J. Pittman. The pac-man dossier. [Online]. Available: <http://home.comcast.net/~jpittman2/pacman/pacmandossier.html>
- [2] D. Hodges. Why do pinky and inky have different behaviors when pac-man is facing up? [Online]. Available: [http://donhodes.com/pacman\\_pinky\\_explanation.htm](http://donhodes.com/pacman_pinky_explanation.htm)
- [3] W. D. Pullen. Perfect maze creation algorithms. [Online]. Available: <http://www.astrolog.org/labyrnth/algrithm.htm>
- [4] J. Buck. An implementation of the growing tree algorithm for maze generation. [Online]. Available: <https://gist.github.com/760749>
- [5] Wikipedia and N. Johnston. Maze generation algorithm. [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Maze\\_generation\\_algorithm](http://en.wikipedia.org/wiki/Maze_generation_algorithm)
- [6] T. V. developers and A. Roldan. Valgrind - manual. [Online]. Available: <http://www.valgrind.org/docs/manual/index.html>
- [7] M. Type. Textile 2 - documentation. [Online]. Available: <http://www.movabletype.org/documentation/author/textile-2-syntax.html>
- [8] Valve. Valve - developer community. [Online]. Available: <https://developer.valvesoftware.com/wiki/Category:Programming>



**Luiz Fernando Gomes de Oliveira**  
Matricula: 10/46969  
E-mail: [ziuloliveira@gmail.com](mailto:ziuloliveira@gmail.com)



**Gustavo Jaruga Cruz**  
Matricula: 09/0066634  
E-mail: [darksshades@hotmail.com](mailto:darksshades@hotmail.com)



**Guilherme Fay Vergara**  
Matricula: 10/45547  
E-mail: [guifayvergara@hotmail.com](mailto:guifayvergara@hotmail.com)



## APÊNDICE A

### FIGURAS

#### A.1 Valgrind

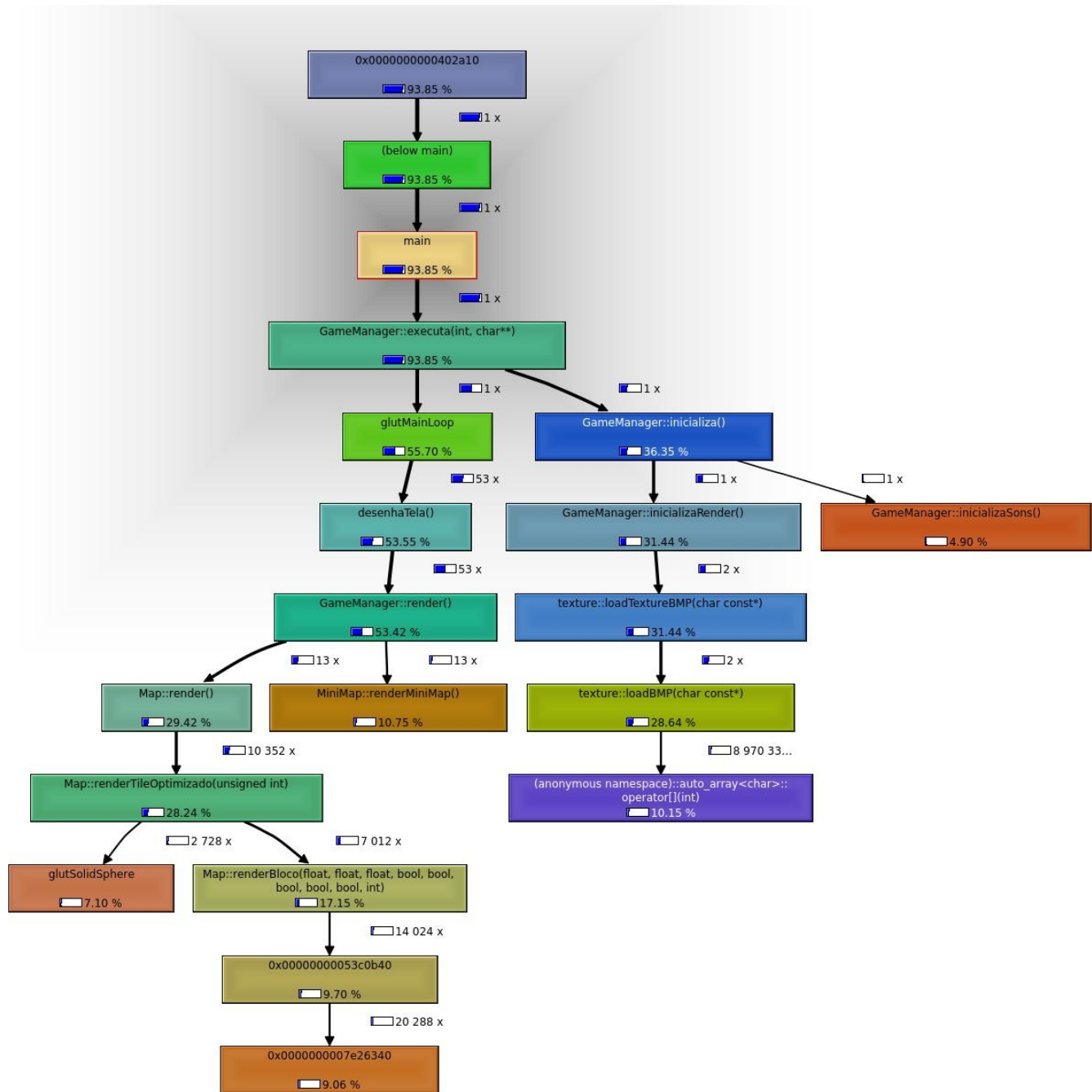


Figura 2: Saída gerada pelo Valgrind

## A.2 Diagrama de Classes

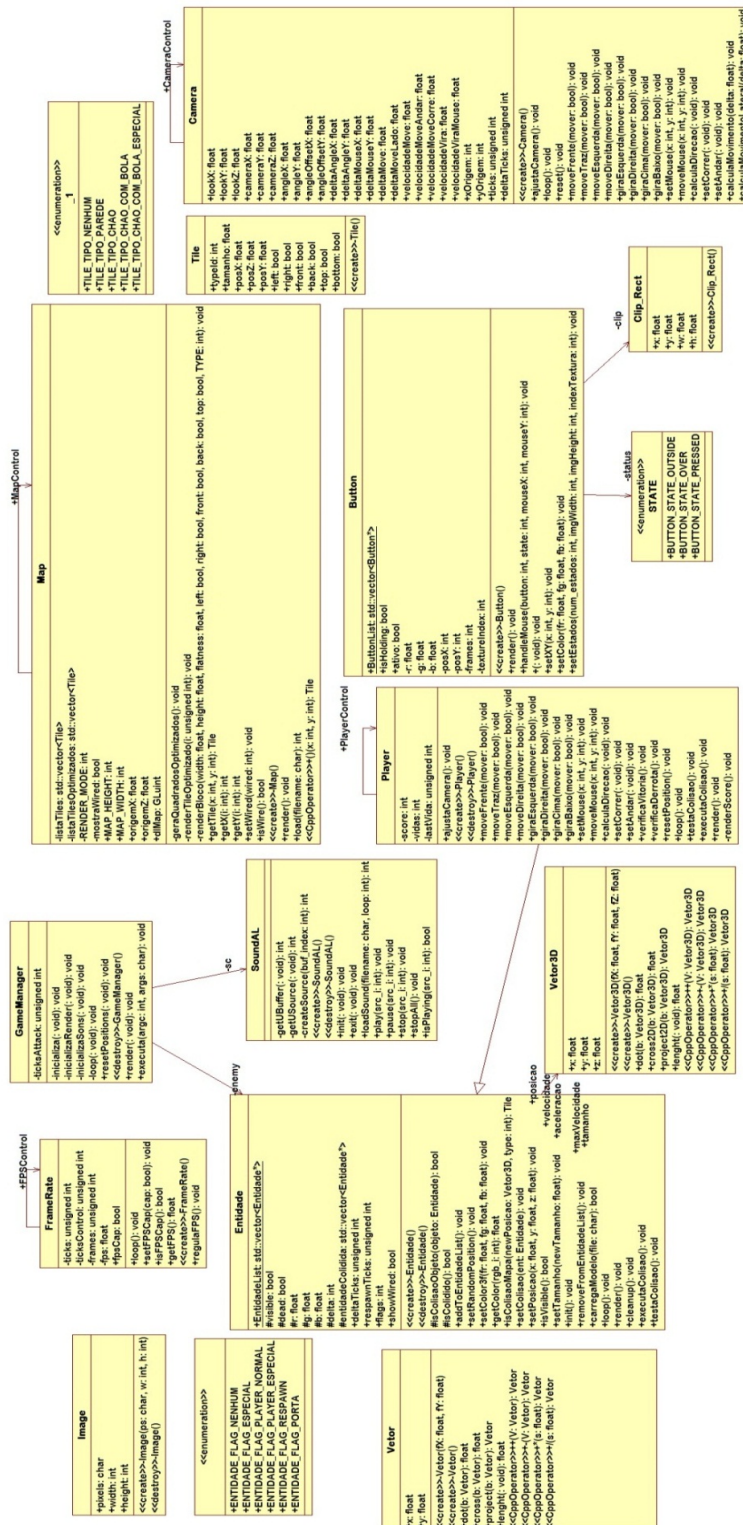


Figura 3: Diagrama de classes

## APÊNDICE B

### CÓDIGOS FONTES

#### B.1 Headers

##### B.1.1 Camera

```

1#ifndef _CAMERAS_H_
2#define _CAMERAS_H_
3
4#include "defines.h"
5
6
7#define CAMERA_ANDA 20
8#define CAMERA_CORRE 40
9
10class Camera
11{
12    public:
13        float lookX, lookY, lookZ;
14        float cameraX, cameraY, cameraZ;
15
16        float angleX, angleY;
17        float angleOffsetX, angleOffsetY;
18
19        float deltaAngleX, deltaAngleY;
20        float deltaMouseX, deltaMouseY;
21        float deltaMove, deltaMoveLado;
22
23        float velocidadeMove;
24        float velocidadeMoveAndar;
25        float velocidadeMoveCorre;
26        float velocidadeVira;
27        float velocidadeViraMouse;
28
29        int xOrigem, yOrigem;
30        unsigned int ticks;
31        unsigned int deltaTicks;
32    public:
33        Camera();
34        static Camera CameraControl;
35
36        void ajustaCamera(); //Set position and direction of the camera
37        void loop(); //set timer
38        void reset();
39
40        void moveFrente(bool mover);
41        void moveTraz(bool mover);
42        void moveEsquerda(bool mover);
43        void moveDireita(bool mover);
44
45        void giraEsquerda(bool mover);
46        void giraDireita(bool mover);
47        void giraCima(bool mover);
48        void giraBaixo(bool mover);
49
50        void setMouse(int x, int y);
51        void moveMouse(int x, int y);
52        //temp as public
53        void calculaDirecao(void);
54
55        //Turns run
56        void setCorrer(void);
57        void setAndar(void);
58
59
60        void calculaMovimento(float delta);
61        void calculaMovimentoLateral(float delta);
62
63};
64#endif

```

##### B.1.2 Entidade

```

1
2#ifndef __ENTIDADE_H_
3#define __ENTIDADE_H_
4
5#include <vector>
6#include "vetor3d.h"
7#include "defines.h"
8#include "map.h"
9#include "camera.h"
10#include "soundAL.h"
11#include "model_obj.h"

```

```

12
13enum
14{
15    ENTIDADE_FLAG_NENHUM            =    0,
16    ENTIDADE_FLAG_ESPECIAL          =    0x00000001,
17    ENTIDADE_FLAG_PLAYER_NORMAL     =    0x00000002,
18    ENTIDADE_FLAG_PLAYER_ESPECIAL   =    0x00000004,
19    ENTIDADE_FLAG_RESPAWN            =    0x00000008,
20    //not used
21    ENTIDADE_FLAG_PORTA              =    0x00000016
22};
23
24
25class Entidade
26{
27    public:
28        static std::vector<Entidade*> EntidadeList;
29        Entidade();
30        virtual ~Entidade();
31    protected:
32        bool isColisaoObjeto(Entidade* objeto);
33        bool isColidido();
34        bool visible;
35        bool dead;
36
37        float r,g,b;
38
39        int delta;
40        std::vector<Entidade*> entidadeColidida;
41
42
43
44
45
46
47    public:
48        Model_OBJ obj;
49        void createModel(char* filename){obj.Load(filename);}
50        void addToEntidadeList();
51        void setRandomPosition();
52        void setColor3f(float fr, float fg, float fb);
53        float getColor(int rgb_i);
54        Tile* isColisaoMapa(Vetor3D newPosicao, int type = TILE_TIPO_PAREDE);
55        void setColisao(Entidade* ent);
56        void setPosicao(float x, float y, float z);
57        //Ex: int delta = getTicks() - deltaTicks;
58        //Ex: posicao = posicao + (velocidade * (delta/1000.f ) );
59        unsigned int deltaTicks; //quantos ms desde a ultima vez
60        unsigned int respawnTicks; // o tempo em q ele morreu
61        Vetor3D posicao;
62        Vetor3D velocidade;
63        Vetor3D aceleracao;
64        Vetor3D maxVelocidade;
65        Vetor3D tamanho;
66        int flags;
67        bool showWired;
68    public:
69        bool isVisible();
70        void setTamanho(float newTamanho);
71    public:
72        void init();
73        void removeFromEntidadeList();
74
75
76        virtual bool carregaModelo(char* file);
77        virtual void loop();
78        virtual void render();
79        virtual void cleanup();
80        virtual void executaColisao();
81        virtual void testaColisao();
82
83
84};
85
86
87#endif

```

### B.1.3 Framerate

```

1#ifndef __FRAMERATE_H_
2#define __FRAMERATE_H_
3
4#include "defines.h"
5
6
7class FrameRate

```

```

8{
9    private:
10        unsigned int ticks;
11        unsigned int ticksControl;
12        unsigned int frames;
13        float fps;
14    public:
15        void loop();
16
17        bool fpsCap;
18
19        void setFPSCap(bool cap);
20        bool isFPSCap();
21        float getFPS();
22        FrameRate();
23
24        void regulaFPS();
25
26        static FrameRate FPSControl;
27};
28
29
30#endif

```

### B.1.4 Map

```

1#ifndef _MAPS_H_
2#define _MAPS_H_
3
4#include "defines.h"
5#include "tile.h"
6#include "camera.h"
7#include "text.h"
8#include <vector>
9#include <stdio.h>
10#include <math.h>
11#include "model_obj.h"
12
13
14class Map
15{
16    private:
17        std::vector<Tile> listaTiles;
18        std::vector<Tile> listaTilesOptimizados;
19        void geraQuadradosOptimizados();
20
21        int RENDER_MODE;
22
23
24        //void renderTile(unsigned int i);
25        void renderTileOptimizado(unsigned int i);
26        void renderBloco(float width, float height, float flatness, bool left,
27                        bool right, bool front, bool back, bool top, int TYPE);
28
29
30        bool mostraWired;
31    public:
32        Tile* getTile(int x, int y);
33        inline int getX(int i);
34        inline int getY(int i);
35
36        void setWired(int wired);
37        bool isWire();
38
39        Map();
40
41        //void render();
42        void render();
43        int load(char* filename);
44
45        //Used to others classes to get info about the map
46        static Map MapControl;
47        //Operator overload
48        inline Tile* operator () (const int x, const int y)
49        {
50            return this->getTile(x,y);
51        }
52        //Propriedades publicas
53    public:
54        int MAP_HEIGHT;
55        int MAP_WIDTH;
56
57        float origemX; // Where the map start to render
58        float origemZ; //Tile 0,0, grows on right-down
59
60        GLuint dlMap;

```

```

61
62     Model_OBJ coin;
63     Model_OBJ bigCoin;
64
65     float coinRotate;
66     float coinVelocidade;
67     //Usa pra calcular rotate
68     unsigned int deltaTicks;
69
70
71};
72
73
74#endif

```

### B.1.5 Texture Loader

```

1#ifndef _TEXTURELOADER_H_
2#define _TEXTURELOADER_H_
3
4#include "defines.h"
5
6//Represents an image
7class Image {
8    public:
9        Image(char* ps, int w, int h);
10       ~Image();
11
12       /* An array of the form (R1, G1, B1, R2, G2, B2, ...) indicating the
13        * color of each pixel in image. Color components range from 0 to 255.
14        * The array starts the bottom-left pixel, then moves right to the end
15        * of the row, then moves up to the next column, and so on. This is the
16        * format in which OpenGL likes images.
17        */
18       //Array de pixels no formato R,G,B, R1,G1,B1
19       //Comeca de baixo-esquerda, formato do OpenGL nativo
20       char* pixels;
21       int width;
22       int height;
23};
24
25#endif
26
27namespace texture
28{
29    //Le uma imagem BMP do arquivo
30    extern GLuint loadTextureBMP(const char* filename);
31    extern Image* loadBMP(const char* filename);
32}

```

### B.1.6 Defines

```

1#ifndef __DEFINISS_H_
2#define __DEFINISS_H_
3
4
5#if defined (__APPLE__) || defined (MACOSX) /*MAC OS*/
6    #include <GLUT/glut.h>
7    #include <OpenAL/alut.h>
8    #include <OpenAL/al.h>
9    #include <OpenAL/alc.h>
10
11#else
12    #ifdef _WIN32 /* Windows */
13        #define WIN32_LEAN_AND_MEAN
14        #include <glee.h>
15        #include <gl/gl.h>
16        #include <gl/glut.h>
17        #include <windows.h>
18        #include <AL/al.h>
19        #include <AL/alc.h>
20        #include <AL/alut.h>
21
22        #define sleep(x) Sleep(x)
23    #else /*Linux*/
24        #include <cstdarg>
25        #include <unistd.h>
26        #include <GL/gl.h>
27        #include <GL/glut.h>
28        #include <GL/glu.h>
29        #include <AL/al.h>
30        #include <AL/alc.h>
31        #include <AL/alut.h>
32
33        #define Sleep(x) usleep(x<1000000?10000+300*x:x)
34    #endif

```

```

35#endif
36
37#include <stdio.h>
38#include <stdlib.h>
39
40
41#define SCREEN_WIDTH          800
42#define SCREEN_HEIGHT         600
43
44#define FRAMES_PER_SECOND     60.0f
45
46#define TAMANHO_BLOCO        12
47#define COR_PAREDE            1.0f, 1.0f, 1.0f
48#define COR_CHAO              1.0f, 1.0f, 1.0f
49#define COR_COIN              1.0f, 1.0f, 1.0f
50#define COR_BIG_COIN          0.6f, 0.9f, 0.5f
51#define GAME_FOV              28
52
53#define PONTOS_BOLA            10
54#define PONTOS_BOLA_ESPECIAL  50
55
56#define TAMANHO_INIMIGO       5
57
58
59
60//Size of the current screen
61extern float wScreen;
62extern float hScreen;
63//textures
64extern GLuint wallTexture;
65extern GLuint floorTexture;
66//Menu
67extern bool menuPrincipal;
68extern int status;
69
70//Sounds
71extern int SOUND_main;
72extern int SOUND_inter1;
73extern int SOUND_inter2;
74extern int SOUND_inter3;
75extern int SOUND_attack;
76extern int SFX_die;
77extern int SFX_eat;
78extern int SFX_eat2;
79extern int SFX_alert;
80//Global from gameplay
81extern int attack_mode;
82
83#define STATUS_NORMAL 0
84#define STATUS_VITORIA 1
85#define STATUS_DERROTA 2
86
87
88
89#endif

```

### B.1.7 Eventos

```

1#ifndef EVENTOS_H_
2#define EVENTOS_H_
3
4#define GLUT_KEY_ESC          27
5#define GLUT_KEY_TAB          9
6#define GLUT_KEY_RETURN       13
7
8extern void teclasNormais(unsigned char key, int x, int y);
9extern void teclasNormaisUp(unsigned char key, int x, int y);
10extern void teclasEspeciais(int key, int x, int y);
11extern void teclasEspeciaisSoltar(int key, int x, int y);
12extern void mouseButton(int button, int state, int x, int y);
13extern void moveMouse(int x, int y);
14
15#endif

```

### B.1.8 Game Manager

```

1//=====
2/*
3   Classe que contera o metodo main e gerenciara o jogo.
4   Class that will have the main method and care the game
5*/
6//=====
7#ifndef _GAME_MANAGER_H_
8#define _GAME_MANAGER_H_
9#include <cstdlib>
10#include "defines.h"

```



```

11#include "camera.h"
12#include "framerate.h"
13#include "map.h"
14#include "text.h"
15#include "entidade.h"
16#include "player.h"
17#include "minimap.h"
18#include "button.h"
19#include "soundAL.h"
20#include "textureloader.h"
21
22#define MAX_ENEMY 8
23
24//Note: the cleanup .cpp is called by atExit() in stdlib
25class GameManager
26{
27    private:
28        void inicializa(void);
29        void inicializaRender(void);
30        void inicializaSons(void);
31        void loop(void);
32
33        Entidade* enemy[MAX_ENEMY];
34        Model_OBJ coin;
35
36        //SoundController ... Controls sound
37        SoundAL sc;
38
39        unsigned int ticksAttack;
40    public:
41        void resetPositions(void);
42        ~GameManager();
43        void render(void);
44        void executa(int argc, char* args[]);
45        void Testes();
46};
47
48
49#endif

```

### B.1.9 Text

```

1#ifndef __TEXTT_H_
2#define __TEXTT_H_
3
4#include "defines.h"
5#include <stdio.h>
6
7namespace txt
8{
9    extern void renderBitmapString(
10        float x,
11        float y,
12        int spacing,
13        void *font,
14        char *string) ;
15
16
17
18    ///ARRUMA PROJECOES
19    extern void setProjecaoOrto();
20    extern void restauraProjecaoPerspectiva();
21
22    extern void renderText2dOrtho(float x, float y, int spacing, const char*pStr, ...);
23
24}
25
26
27
28#endif

```

## B.2 Sources

### B.2.1 Camera

```

1#include "camera.h"
2
3#include <math.h>
4Camera Camera::CameraControl;
5Camera::Camera()
6{
7    angleX = 90.0f;
8    angleY = 0.0f;
9    angleOffsetX = angleOffsetY = 0;
10
11    lookX = 0.5f;

```

```

12     lookY = 0.0f;
13     lookZ = -1.0f;
14
15     cameraX = (TAMANHO_BLOCO*1) + TAMANHO_BLOCO/2;
16     cameraY = 5.0f;
17     cameraZ = (TAMANHO_BLOCO*1) + TAMANHO_BLOCO/2;
18     //tests
19
20     //tests
21     deltaAngleX = deltaAngleY = 0.0f; //Angle of rotation of the horizontal and vertical direction
22
23     deltaMouseX = deltaMouseY = 0.0f;
24
25     deltaMove = deltaMoveLado = 0.0f;
26
27
28     velocidadeMoveAndar = CAMERA_ANDA;
29     velocidadeMoveCorre = CAMERA_CORRE;
30     velocidadeMove = velocidadeMoveAndar;
31     velocidadeVira = 45.f;
32     velocidadeViraMouse = 0.1f;
33
34     xOrigem = -1;
35     yOrigem = -1;
36     ticks = 0;
37
38     calculaDirecao();
39}
40
41void Camera::reset()
42{
43     angleX = 90.0f;
44     angleY = 0.0f;
45     angleOffsetX = angleOffsetY = 0;
46
47     lookX = 0.5f;
48     lookY = 0.0f;
49     lookZ = -1.0f;
50
51     cameraX = (TAMANHO_BLOCO*1) + TAMANHO_BLOCO/2;
52     cameraY = 5.0f;
53     cameraZ = (TAMANHO_BLOCO*1) + TAMANHO_BLOCO/2;
54     //tests
55
56     //tests
57     deltaAngleX = deltaAngleY = 0.0f; //Angle of rotation of the horizontal and vertical direction
58
59     deltaMouseX = deltaMouseY = 0.0f;
60
61     deltaMove = deltaMoveLado = 0.0f;
62
63
64     velocidadeMoveAndar = CAMERA_ANDA;
65     velocidadeMoveCorre = CAMERA_CORRE;
66     velocidadeMove = velocidadeMoveAndar;
67     velocidadeVira = 45.f;
68     velocidadeViraMouse = 0.1f;
69
70     xOrigem = -1;
71     yOrigem = -1;
72     ticks = 0;
73
74     calculaDirecao();
75     ticks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
76}
77
78
79//Called internally by Player.
80void Camera::ajustaCamera()
81{
82
83     if (deltaAngleX || deltaAngleY)
84         calculaDirecao();
85
86     gluLookAt( cameraX, cameraY, cameraZ,
87               cameraX+lookX, cameraY+lookY, cameraZ+lookZ,
88               0.0f, 1.0f, 0.0f);
89
90     ticks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
91}
92
93void Camera::loop()
94{
95     deltaTicks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - ticks;
96}
97

```

```

98 void Camera::calculaDirecao(void)
99 {
100     float fator = deltaTicks/1000.f;
101     angleX += deltaAngleX*fator;
102     angleY += deltaAngleY*fator;
103
104     //correct angle
105     if ( angleX+angleOffsetX >= 360 )
106         angleX -= 360;
107     if ( angleX+angleOffsetX < 0 )
108         angleX += 360;
109
110     //Only allows to rotate 180 degrees Y
111     if ( angleY+angleOffsetY >= 90 )
112         angleY = 90-angleOffsetY;
113     if ( angleY+angleOffsetY <= -90 )
114         angleY = -(90+angleOffsetY);
115
116
117     lookX = sin( (angleX+angleOffsetX)*M_PI/180);
118     lookZ = cos( (angleX+angleOffsetX)*M_PI/180);
119
120     lookY = sin( (angleY+angleOffsetY)*M_PI/180);
121 }
122 void Camera::calculaMovimento(float delta)
123 {
124     //Add the movement
125     float fator = deltaTicks/1000.f;
126
127     //Factor delta times direction. 0.1f to adjust speed.
128     cameraX += (delta*fator) * lookX;
129     cameraZ += (delta*fator) * lookZ;
130 }
131 void Camera::calculaMovimentoLateral(float delta)
132 {
133     float fator = deltaTicks/1000.f;
134
135     float lateralX = sin( (angleX-90)*M_PI/180);
136     float lateralZ = cos( (angleX-90)*M_PI/180);
137     //Add the movement
138     //Factor delta times direction. 0.1f to adjust speed.
139     cameraX += (delta*fator) * (lateralX);
140     cameraZ += (delta*fator) * (lateralZ);
141 }
142
143
144 void Camera::moveFrente(bool mover)
145 {
146     if(mover)
147         deltaMove = velocidadeMove;
148     else
149         deltaMove = 0.0f;
150 }
151 void Camera::moveTraz(bool mover)
152 {
153     if(mover)
154         deltaMove = -velocidadeMove;
155     else
156         deltaMove = 0.0f;
157 }
158
159 void Camera::moveEsquerda(bool mover)
160 {
161     if(mover)
162         deltaMoveLado = -velocidadeMove;
163     else
164         deltaMoveLado = 0.0f;
165 }
166 void Camera::moveDireita(bool mover)
167 {
168     if(mover)
169         deltaMoveLado = velocidadeMove;
170     else
171         deltaMoveLado = 0.0f;
172 }
173
174 void Camera::giraEsquerda(bool mover)
175 {
176     if(mover)
177         deltaAngleX = velocidadeVira;
178     else
179         deltaAngleX = 0.0f;
180 }
181 void Camera::giraDireita(bool mover)
182 {
183     if(mover)

```

```

184         deltaAngleX = -velocidadeVira;
185     else
186         deltaAngleX = 0.0f;
187 }
188 void Camera::giraCima(bool mover)
189 {
190     if(mover)
191         deltaAngleY = velocidadeVira;
192     else
193         deltaAngleY = 0.0f;
194 }
195 void Camera::giraBaixo(bool mover)
196 {
197     if(mover)
198         deltaAngleY = -velocidadeVira;
199     else
200         deltaAngleY = 0.0f;
201 }
202
203 void Camera::setMouse(int x, int y)
204 {
205     xOrigem = x;
206     yOrigem = y;
207
208     if (xOrigem == -1) //Both will be necessarily -1
209     {
210         angleX +=angleOffsetX;
211         angleY +=angleOffsetY;
212         angleOffsetX = 0;
213         angleOffsetY = 0;
214     }
215 }
216 void Camera::moveMouse(int x, int y)
217 {
218     deltaMouseX = deltaMouseY = 0;
219     //If there was displacement
220     if (xOrigem>0)
221     {
222         angleOffsetX = (xOrigem-x) * 0.1f;
223     }
224     if (yOrigem>0)
225     {
226         angleOffsetY = (yOrigem-y) * 0.1f;
227     }
228     calculaDirecao();
229 }
230
231 void Camera::setCorrer(void)
232 {
233     velocidadeMove = velocidadeMoveCorre;
234 }
235 void Camera::setAndar(void)
236 {
237     velocidadeMove = velocidadeMoveAndar;
238 }

```

### B.2.2 Entidade

```

1#include "entidade.h"
2
3#include <stdlib.h>
4
5
6
7
8//=====
9// static variables
10//=====
11std::vector<Entidade*> Entidade::EntidadeList;
12
13//=====
14// constructors
15//=====
16Entidade::Entidade()
17{
18    flags = ENTIDADE_FLAG_NENHUM;
19    entidadeColidida.clear();
20    deltaTicks = 9999999;
21    deltaTicks = 0;
22    tamanho.x = tamanho.y = tamanho.z = 10;
23    visible = true;
24    dead = false;
25    showWired = false;
26
27    r = 1.0f;
28    g = b = 0.0f;

```

```

29
30     maxVelocidade.x = maxVelocidade.y = maxVelocidade.z = 50.f;
31     entidadeColidida.clear();
32
33 }
34
35 void Entidade::init()
36 {
37     deltaTicks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
38 }
39 Entidade::~Entidade()
40 {
41
42 }
43 void Entidade::cleanup()
44 {
45 }
46 bool Entidade::isColisaoObjeto(Entidade* objeto)
47 {
48     //Note: The point marks position 0 ... ex: position 0 beginning of the block end of the block in the x, y, z
49     //Such that y lower = y ; y highest = y+tamanhoY
50     int baixo1 = this->posicao.y;
51     int cima1 = this->posicao.y + this->tamanho.y;
52     int esquerda1 = this->posicao.x;
53     int direita1 = this->posicao.x + this->tamanho.x;
54     int frente1 = this->posicao.z;
55     int traz1 = this->posicao.z + this->tamanho.z;
56
57     int baixo2 = objeto->posicao.y;
58     int esquerda2 = objeto->posicao.x;
59     int frente2 = objeto->posicao.z;
60     int direita2 = objeto->posicao.x + objeto->tamanho.x;
61     int cima2 = objeto->posicao.y + objeto->tamanho.y;
62     int traz2 = objeto->posicao.z + objeto->tamanho.z;
63
64     if (
65         !(baixo1 > cima2) &&
66         !(cima1 < baixo2) &&
67         !(esquerda1 > direita2) &&
68         !(direita1 < esquerda2) &&
69         !(frente1 > traz2) &&
70         !(traz1 < frente2)
71     )
72     {
73         return true;
74     }
75
76     return false;
77 }
78
79 //=====
80 // Returns true if colliding with the map
81 //=====
82 Tile* Entidade::isColisaoMapa(Vetor3D newPosicao, int type)
83 {
84     //Calculates Id tile to be tested
85     //Ex: X = 5 Such that startX = 0,41 = 0 endX = 1,3 = 1
86     int startX = (newPosicao.x) / TAMANHO_BLOCO;
87     int startZ = (newPosicao.z) / TAMANHO_BLOCO;
88     int endX = (newPosicao.x + (tamanho.x)) / TAMANHO_BLOCO;
89     int endZ = (newPosicao.z + (tamanho.z)) / TAMANHO_BLOCO;
90
91     //Check collisions with tiles
92     for(int iZ = startZ; iZ <= endZ; iZ++) {
93         for(int iX = startX; iX <= endX; iX++) {
94             Tile* bloco = Map::MapControl(iX, iZ);
95
96             if(
97                 (bloco->typeId == type) &&
98                 (posicao.y < (bloco->posY+bloco->tamanho) ) &&
99                 ((posicao.y+tamanho.y) > bloco->posY)
100             )
101                 return bloco;
102         }
103     }
104     return 0;
105 }
106
107 void Entidade::removeFromEntidadeList()
108 {
109     for(unsigned int i = 0; i < EntidadeList.size(); i++)
110     {
111         if (EntidadeList[i] == this)
112             EntidadeList.erase(EntidadeList.begin()+i);
113     }
114 }

```

```

115 void Entidade::addToEntidadeList()
116 {
117
118
119     for(unsigned int i = 0; i < EntidadeList.size(); i++)
120     {
121         if (EntidadeList[i] == this)
122             return; //Se ja estiver na lista, retorna
123     }
124
125     EntidadeList.push_back(this);
126 }
127
128 bool Entidade::carregaModelo(char* file){return true;}
129 //=====
130 // Performs actions of the loop, acceleration, speed.
131 //=====
132 void Entidade::loop()
133 {
134     //3 seconds has the spawn
135     if ( (flags == ENTIDADE_FLAG_RESPAWN) && ( (glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - respawnTicks) > 3000) )
136     {
137         dead = false;
138         visible = true;
139         setRandomPosition();
140         flags = ENTIDADE_FLAG_NENHUM;
141     }
142
143     if(dead) return;
144     //deltaTicks reset the surrender
145     delta = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - deltaTicks;
146     float fator = delta/1000.f;
147
148     //calculates accelerations
149     if ( velocidade.x + aceleracao.x <= maxVelocidade.x)
150         velocidade.x += (aceleracao.x * fator);
151     if ( velocidade.y + aceleracao.y <= maxVelocidade.y)
152         velocidade.y += (aceleracao.y * fator);
153     if ( velocidade.z + aceleracao.z <= maxVelocidade.z)
154         velocidade.z += (aceleracao.z * fator);
155
156     Vetor3D newPosicao = posicao + (velocidade * fator );
157
158     if (isColisaoMapa(newPosicao) == false)
159         posicao = newPosicao;
160     else
161     {
162         velocidade.x = 0;
163         velocidade.z = 0;
164         aceleracao.x = 0;
165         aceleracao.z = 0;
166         int pos = (int)(rand() % 4);
167         switch(pos)
168         {
169             case 0:
170                 aceleracao.x = 20; break;
171             case 1:
172                 aceleracao.x = -20; break;
173             case 2:
174                 aceleracao.z = 20; break;
175             case 3:
176                 aceleracao.z = -20; break;
177             default:;
178         }
179     }
180 }
181
182 deltaTicks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
183 }
184 void Entidade::render()
185 {
186     if (!isVisible())
187         return;
188
189     int tamanhoCubo = tamanho.x; //Temp while using glutCube
190     glPushMatrix();
191     //Centers due to GLUT
192     if (flags == ENTIDADE_FLAG_ESPECIAL)
193         glColor3f( getColor(1), getColor(2), getColor(3) );
194     else
195         glColor3f(r,g,b);
196     glTranslated(posicao.x+tamanho.x/2,
197                 posicao.y+tamanho.y/2,
198                 posicao.z+tamanho.z/2);
199     if (showWired)
200         glutWireCube(tamanhoCubo);

```

```

201     else
202     {
203         //glutSolidCube(tamanhoCubo);
204         glScaled(2.0f, 2.0f, 2.0f);
205         obj.Draw();
206     }
207 }
208
209 glPopMatrix();
210
211
212}
213void Entidade::testaColisao()
214{
215     if(dead) return;
216
217     unsigned int thisID = -1;
218     for (unsigned int i = 0; i < EntidadeList.size(); i++)
219         if (EntidadeList[i] == this)
220         {
221             thisID = i;
222             break;
223         }
224     //Tests with all the entities of this forward.
225     //Ex: lista: 1 2 3 4
226     // thisID =1, tests with 2, 3 , 4
227     // thisID = 2 tests with 3, 4 this way, thisID = 2 no collisions with 1 as has already been tested previously.
228     for (unsigned int i = thisID+1; i < EntidadeList.size(); i++)
229     {
230         if (EntidadeList[i] != this && !EntidadeList[i]->dead)
231         {
232             if(isColisaoObjeto(EntidadeList[i]) )
233             { //adds this element collisions so as tested in
234                 setColisao(EntidadeList[i]);
235                 EntidadeList[i]->setColisao(this);
236             }
237         }
238     }
239 }
240//Set collision through the public method
241void Entidade::setColisao(Entidade* ent)
242{
243     entidadeColidida.push_back(ent);
244 }
245bool Entidade::isColidido()
246{
247     if (entidadeColidida.size() == 0)
248         return false;
249     else
250         return true;
251 }
252void Entidade::executaColisao()
253{
254     if ( !isColidido() )
255         return; // no collisions
256
257
258/*
259
260     //Back what had moved.
261     float fator = delta/1000.f;
262     posicao = posicao - (velocidade * fator );
263     //For, and go in the opposite direction
264     velocidade.x = 0;
265     velocidade.z = 0;
266     aceleracao.x = -aceleracao.x;
267     aceleracao.z = -aceleracao.z;
268*/
269     if ( (flags == ENTIDADE_FLAG_ESPECIAL) && (entidadeColidida[0]->flags == ENTIDADE_FLAG_PLAYER_ESPECIAL) )
270     {
271         flags = ENTIDADE_FLAG_RESPAWN;
272         respawnTicks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
273         dead = true;
274         visible = false;
275         SoundAL sc;
276         sc.play(SFX_eat2);
277     }
278
279     entidadeColidida.clear();
280 }
281
282void Entidade::setRandomPosition()
283{
284     bool isOK = false;
285     while(!isOK) {
286         int posX = rand() % Map::MapControl.MAP_WIDTH;

```



```

287         int posZ = rand() % Map::MapControl.MAP_HEIGHT;
288
289         //If the position is different from the wall, then ground .... put cube
290         if (Map::MapControl.getTile(posX, posZ)->typeId != TILE_TIPO_PAREDE) {
291             //Note: (TAMANHO_BLOCO/2 - tamanho.x/2) is used to find the center of the floor
292             posicao.x = (TAMANHO_BLOCO/2 - tamanho.x/2) + TAMANHO_BLOCO*posX;
293             posicao.y = 0;
294             posicao.z = (TAMANHO_BLOCO/2 - tamanho.z/2) + TAMANHO_BLOCO*posZ;
295             //1 to 10
296             aceleracao.x = 1 + rand() % 10;
297             aceleracao.z = 1 + rand() % 10;
298             init();
299             isOK = true;
300             //Possible to add verification that the entity was not in the same place using
301             //isColisao and clear() from list of collisions
302         }
303     }
304 }
305
306 bool Entidade::isVisible()
307 {
308     return visible;
309 }
310 void Entidade::setTamanho(float newTamanho)
311 {
312     tamanho.x = tamanho.y = tamanho.z = newTamanho;
313 }
314 void Entidade::setPosicao(float x, float y, float z)
315 {
316     posicao.x = x;
317     posicao.y = y;
318     posicao.z = z;
319 }
320 void Entidade::setColor3f(float fr, float fg, float fb)
321 {
322     r = fr;
323     g = fg;
324     b = fb;
325 }
326 float Entidade::getColor(int rgb_i)
327 {
328     float color = 0.0f;
329     switch(rgb_i)
330     {
331         case 1:
332             color = r;
333             if (flags == ENTIDADE_FLAG_ESPECIAL)
334                 color -= 0.55f;
335             break;
336         case 2:
337             color = g;
338             if (flags == ENTIDADE_FLAG_ESPECIAL)
339                 color += 1;
340             break;
341         case 3:
342             color = b;
343             if (flags == ENTIDADE_FLAG_ESPECIAL)
344                 color += 0.95f;
345             break;
346     }
347     return color;
348 }

```

### B.2.3 Framerate

```

1#include "framerate.h"
2
3
4FrameRate FrameRate::FPSControl;
5
6
7
8float FrameRate::getFPS()
9{
10     return fps;
11}
12void FrameRate::setFPSCap(bool cap)
13{
14     fpsCap = cap;
15}
16bool FrameRate::isFPSCap()
17{
18     return fpsCap;
19}
20FrameRate::FrameRate()
21{

```

```

22     ticks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
23     ticksControl = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
24     frames = 0;
25     fps = 0;
26     fpsCap = false;
27}
28
29void FrameRate::regulaFPS()
30{
31     unsigned int step = 1000.0f/FRAMES_PER_SECOND;
32     unsigned int decorrido = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - ticksControl;
33     if(decorrido < step)
34         Sleep( step - decorrido);
35
36     ticksControl = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
37}
38
39void FrameRate::loop()
40{
41     unsigned int decorrido = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - ticks;
42     frames++;
43     if (decorrido > 1000)
44     {
45         fps = ((float)frames*1000.0f/(float)decorrido);
46
47         frames = 0;
48         ticks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
49     }
50
51     if (fpsCap)
52         regulaFPS();
53
54}

```

## B.2.4 Map

```

1#include "map.h"
2
3//Used by others classes to get info about the map
4Map Map::MapControl;
5
6//Take the Title in position x,y of the map
7//Ex: Map 1 2 3   vector sera 1 2 3 4 5 6
8//    4 5 6
9Tile* Map::getTile(int x, int y)
10{
11     unsigned int ID = 0;
12
13     ID = (y * MAP_WIDTH) + x;
14
15     return &listaTilesOptimizados[ID];
16}
17inline int Map::getX(int i)
18{
19     return i % MAP_WIDTH;
20}
21inline int Map::getY(int i)
22{
23     return (int) i/MAP_WIDTH;
24}
25
26Map::Map()
27{
28     origemX = -TAMANHO_BLOCO;
29     origemZ = -TAMANHO_BLOCO;
30     mostraWired = false;
31     RENDER_MODE = 0x0007; //GL_QUADS
32     coinRotate = 0;
33     coinVelocidade = 180;
34}
35
36void Map::renderBloco(float width, float height, float flatness, bool left,
37    bool right, bool front, bool back, bool top, int TYPE = GL_QUADS)
38{
39     float w = width/2;
40     float h = height/2;
41     float f = flatness/2;
42
43     float xTexNumber = width/TAMANHO_BLOCO;
44
45     glEnable(GL_TEXTURE_2D);
46     glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, wallTexture);
47     glTexParameterf(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_NEAREST);
48     glTexParameterf(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_NEAREST);
49
50}

```

```

51  glBegin(TYPE);
52  //Front
53  if(front)
54  {
55      glNormal3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);
56      //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, 1.0f);
57      glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
58      glVertex3f(-w, -h, f);
59      //glNormal3f(1.0f, 0.0f, 1.0f);
60      glTexCoord2f(xTexNumber, 0.0f);
61      glVertex3f(w, -h, f);
62      //glNormal3f(1.0f, 0.0f, 1.0f);
63      glTexCoord2f(xTexNumber, 1.0f);
64      glVertex3f(w, h, f);
65      //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, 1.0f);
66      glTexCoord2f(0.0f, 1.0f);
67      glVertex3f(-w, h, f);
68  }
69
70  //Right
71  if(right)
72  {
73      glNormal3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
74      //glNormal3f(1.0f, 0.0f, -1.0f);
75      glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
76      glVertex3f(w, -h, -f);
77      //glNormal3f(1.0f, 0.0f, -1.0f);
78      glTexCoord2f(0.0f, 1.0f);
79      glVertex3f(w, h, -f);
80      glTexCoord2f(1.0f, 1.0f);
81      //glNormal3f(1.0f, 0.0f, 1.0f);
82      glVertex3f(w, h, f);
83      glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
84      //glNormal3f(1.0f, 0.0f, 1.0f);
85      glVertex3f(w, -h, f);
86  }
87
88  //Back
89  if(back)
90  {
91      glNormal3f(0.0f, 0.0f, -1.0f);
92      //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, -1.0f);
93      glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
94      glVertex3f(-w, -h, -f);
95      //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, -1.0f);
96      glTexCoord2f(0.0f, 1.0f);
97      glVertex3f(-w, h, -f);
98      //glNormal3f(1.0f, 0.0f, -1.0f);
99      glTexCoord2f(xTexNumber, 1.0f);
100     glVertex3f(w, h, -f);
101     //glNormal3f(1.0f, 0.0f, -1.0f);
102     glTexCoord2f(xTexNumber, 0.0f);
103     glVertex3f(w, -h, -f);
104 }
105
106 //Left
107 if(left)
108 {
109     glNormal3f(-1.0f, 0.0f, 0.0f);
110     //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, -1.0f);
111     glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
112     glVertex3f(-w, -h, -f);
113     //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, 1.0f);
114     glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
115     glVertex3f(-w, -h, f);
116     //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, 1.0f);
117     glTexCoord2f(1.0f, 1.0f);
118     glVertex3f(-w, h, f);
119     //glNormal3f(-1.0f, 0.0f, -1.0f);
120     glTexCoord2f(0.0f, 1.0f);
121     glVertex3f(-w, h, -f);
122 }
123 glEnd();
124 glDisable(GL_TEXTURE_2D);
125 glBegin(TYPE);
126 //Top
127 if(top)
128 {
129     glNormal3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
130     //glNormal3f(-1.0f, 1.0f, -1.0f);
131     glVertex3f(-w, h, -f);
132     //glNormal3f(-1.0f, 1.0f, 1.0f);
133     glVertex3f(-w, h, f);
134     //glNormal3f(1.0f, 1.0f, 1.0f);
135     glVertex3f(w, h, f);
136

```

```

137         //glNormal3f(1.0f, 1.0f, -1.0f);
138         glVertex3f(w, h, -f);
139     }
140
141     // Don't need background
142     /*
143     //Bottom
144     glNormal3f(0.0f, -1.0f, 0.0f);
145     //glNormal3f(-1.0f, -1.0f, -1.0f);
146     glVertex3f(-w, -h, -f);
147     //glNormal3f(-1.0f, -1.0f, 1.0f);
148     glVertex3f(-w, -h, f);
149     //glNormal3f(1.0f, -1.0f, 1.0f);
150     glVertex3f(w, -h, f);
151     //glNormal3f(1.0f, -1.0f, -1.0f);
152     glVertex3f(w, -h, -f);
153     */
154     glEnd();
155 }
156
157 void Map::render()
158 {
159     glPushMatrix();
160     float offset = (float)TAMANHO_BLOCO/2.0f;
161
162     // Glut start printing starting from the center
163     glTranslated(offset, offset, offset);
164     glColor3f(COR_PAREDE);
165
166     int indexX = (Camera::CameraControl.cameraX / TAMANHO_BLOCO);
167     int indexY = (Camera::CameraControl.cameraZ / TAMANHO_BLOCO);
168
169     int beginX = indexX - GAME_FOV;
170     int beginY = indexY - GAME_FOV;
171     int endX = indexX + GAME_FOV;
172     int endY = indexY + GAME_FOV;
173     if(endX > MAP_WIDTH)
174         endX = MAP_WIDTH;
175     if(endY > MAP_HEIGHT)
176         endY = MAP_HEIGHT;
177     if(beginX < 0)
178         beginX = 0;
179     if(beginY < 0)
180         beginY = 0;
181
182
183     for(int i = beginY; i < endY; i++)
184     {
185         for(int j = beginX; j < endX; j++)
186         {
187             glPushMatrix();
188             renderTileOptimizado(j+i*MAP_WIDTH);
189             glPopMatrix();
190         }
191     }
192
193     //Desenha chao
194     glPopMatrix();
195
196 }
197 void Map::renderTileOptimizado(unsigned int i)
198 {
199     //Gera fator para a rotacao da moeda
200     int delta = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - deltaTicks;
201     float fator = delta/1000.f;
202     deltaTicks = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
203
204     coinRotate += coinVelocidade*fator;
205
206     if ( coinRotate > 360 )
207         coinRotate-=360;
208
209
210     //Camera centra em 0,0,0
211     glTranslated(listaTilesOptimizados[i].posX * TAMANHO_BLOCO,
212                 listaTilesOptimizados[i].posY * TAMANHO_BLOCO,
213                 listaTilesOptimizados[i].posZ * TAMANHO_BLOCO);
214
215
216     if(listaTilesOptimizados[i].typeId == TILE_TIPO_PAREDE )
217     {
218         glColor3f(COR_PAREDE);
219         renderBloco(listaTilesOptimizados[i].tamanho, listaTilesOptimizados[i].tamanho, listaTilesOptimizados[i].tamanho,
220                    listaTilesOptimizados[i].left,listaTilesOptimizados[i].right,listaTilesOptimizados[i].front,
221                    listaTilesOptimizados[i].back,listaTilesOptimizados[i].top,
222                    RENDER_MODE);

```

```

223     }
224 }
225 else //Print ground
226 {
227     glEnable(GL_TEXTURE_2D);
228     glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, floorTexture);
229     glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_NEAREST);
230     glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_NEAREST);
231
232     float offset = (float)TAMANHO_BLOCO/2.0f;
233     glColor3f(COR_CHAO);
234     glBegin(RENDER_MODE);
235         glNormal3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
236         glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
237         glVertex3f(-offset, -offset, -offset);
238         glTexCoord2f(0.0f, 1.0f);
239         glVertex3f(-offset, -offset, offset);
240         glTexCoord2f(1.0f, 1.0f);
241         glVertex3f(offset, -offset, offset);
242         glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
243         glVertex3f(offset, -offset, -offset);
244     glEnd();
245
246     glDisable(GL_TEXTURE_2D);
247     if (listaTilesOptimizados[i].typeId == TILE_TIPO_CHAO_COM_BOLA)
248     {
249         glTranslated(0,-2,0);
250         //glutSolidSphere(1,8,8);
251         glRotatef(coinRotate, 0, 1, 0);
252         glColor3f(COR_COIN);
253         coin.Draw();
254     }
255     else
256     if (listaTilesOptimizados[i].typeId == TILE_TIPO_CHAO_COM_BOLA_ESPECIAL)
257     {
258         glTranslated(0,-2,0);
259         //glutSolidSphere(3,8,8);
260         glRotatef(coinRotate, 0, 1, 0);
261         glColor3f(COR_BIG_COIN);
262         bigCoin.Draw();
263     }
264 }
265 }
266 }
267
268
269 int Map::load(char* filename)
270 {
271     listaTiles.clear();
272
273     FILE* file = fopen(filename, "r");
274
275     if(file == NULL)
276         return -1;
277
278     MAP_HEIGHT = MAP_WIDTH = 0;
279
280     // Take the map size (blocks)
281     int error = fscanf(file, "%d%d\n", &MAP_WIDTH, &MAP_HEIGHT);
282
283     for (int y = 0; y < MAP_HEIGHT; y++)
284     {
285         for (int x = 0; x < MAP_WIDTH; x++)
286         {
287             Tile tempTile;
288             error = fscanf(file, "[%d] ", &tempTile.typeId);
289
290             listaTiles.push_back(tempTile);
291         }
292         error = fscanf(file, "\n");
293     }
294     fclose(file);
295     //TEST
296     geraQuadradosOptimizados();
297     return error;
298 }
299
300 void Map::geraQuadradosOptimizados()
301 {
302     listaTilesOptimizados.clear();
303
304     for(int iY = 0; iY < MAP_HEIGHT; iY++)
305     {
306         for(int iX = 0; iX < MAP_WIDTH; iX++) //Test all the blocks after this one in X
307         {
308             Tile retangulo;

```

```

309         int index = iX + MAP_WIDTH*iY;
310         if (listaTiles[index].typeId != TILE_TIPO_PAREDE)
311         {
312             retangulo.typeId = listaTiles[index].typeId;
313             retangulo.posX = iX;
314             retangulo.posZ = iY;
315             listaTilesOptimizados.push_back(retangulo);
316             continue;
317         }
318
319         retangulo.top = true;
320         //If wall, check out of the boards
321         if (index-1 < 0)
322             retangulo.left = true;
323         else // If ground, than have any wall in this direction
324             if (listaTiles[index-1].typeId != TILE_TIPO_PAREDE)
325                 retangulo.left = true;
326         if (index - MAP_WIDTH < 0)
327             retangulo.back = true;
328         else // If ground, than have any wall in this direction
329             if (listaTiles[index - MAP_WIDTH].typeId != TILE_TIPO_PAREDE)
330                 retangulo.back = true;
331         if (index +1 >= (int)listaTiles.size())
332             retangulo.right = true;
333         else // If ground, than have any wall in this direction
334             if (listaTiles[index +1].typeId != TILE_TIPO_PAREDE)
335                 retangulo.right = true;
336         if (index + MAP_WIDTH >= (int)listaTiles.size())
337             retangulo.front = true;
338         else // If ground, than have any wall in this direction
339             if (listaTiles[index + MAP_WIDTH].typeId != TILE_TIPO_PAREDE)
340                 retangulo.front = true;
341
342         retangulo.posX = iX;
343         retangulo.posZ = iY;
344         retangulo.typeId = listaTiles[index].typeId;
345
346         listaTilesOptimizados.push_back(retangulo);
347     }
348 }
349 }
350}
351
352
353
354void Map::setWired(int wired)
355{
356     if (wired)
357     {
358         mostraWired = true;
359         RENDER_MODE = GL_LINES;
360     }
361     else
362     {
363         mostraWired = false;
364         RENDER_MODE = GL_QUADS;
365     }
366 }
367}
368bool Map::isWire()
369{
370     return mostraWired;
371}

```

### B.2.5 Texture Loader

```

1#include "textureloader.h"
2
3#include <assert.h>
4#include <fstream>
5
6using namespace std;
7
8
9Image::Image(char* ps, int w, int h) : pixels(ps), width(w), height(h) {
10
11}
12
13Image::~Image() {
14     delete[] pixels;
15}
16
17namespace {
18    //Converts a four-character array to an integer, using little-endian form
19    int toInt(const char* bytes) {
20        return (int)((((unsigned char)bytes[3] << 24) |

```

```

21         ((unsigned char)bytes[2] << 16) |
22         ((unsigned char)bytes[1] << 8) |
23         (unsigned char)bytes[0]);
24     }
25
26     //Converts a two-character array to a short, using little-endian form
27     short toShort(const char* bytes) {
28         return (short)((((unsigned char)bytes[1] << 8) |
29             (unsigned char)bytes[0]));
30     }
31
32     //Reads the next four bytes as an integer, using little-endian form
33     int readInt(ifstream &input) {
34         char buffer[4];
35         input.read(buffer, 4);
36         return toInt(buffer);
37     }
38
39     //Reads the next two bytes as a short, using little-endian form
40     short readShort(ifstream &input) {
41         char buffer[2];
42         input.read(buffer, 2);
43         return toShort(buffer);
44     }
45
46     //Just like auto_ptr, but for arrays
47     template<class T>
48     class auto_array {
49     private:
50         T* array;
51         mutable bool isReleased;
52     public:
53         explicit auto_array(T* array_ = NULL) :
54             array(array_), isReleased(false) {
55         }
56
57         auto_array(const auto_array<T> &aarray) {
58             array = aarray.array;
59             isReleased = aarray.isReleased;
60             aarray.isReleased = true;
61         }
62
63         ~auto_array() {
64             if (!isReleased && array != NULL) {
65                 delete[] array;
66             }
67         }
68
69         T* get() const {
70             return array;
71         }
72
73         T &operator*() const {
74             return *array;
75         }
76
77         void operator=(const auto_array<T> &aarray) {
78             if (!isReleased && array != NULL) {
79                 delete[] array;
80             }
81             array = aarray.array;
82             isReleased = aarray.isReleased;
83             aarray.isReleased = true;
84         }
85
86         T* operator->() const {
87             return array;
88         }
89
90         T* release() {
91             isReleased = true;
92             return array;
93         }
94
95         void reset(T* array_ = NULL) {
96             if (!isReleased && array != NULL) {
97                 delete[] array;
98             }
99             array = array_;
100     }
101
102     T* operator+(int i) {
103         return array + i;
104     }
105
106     T &operator[](int i) {

```



```

107         return array[i];
108     }
109 };
110 }
111
112 namespace texture {
113     GLuint loadTextureBMP(const char* filename)
114     {
115         Image* image = loadBMP(filename);
116
117         GLuint textureId;
118         glGenTextures(1, &textureId); //Make room for our texture
119         glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, textureId); //Tell OpenGL which texture to edit
120         //Map the image to the texture
121         glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, //Always GL_TEXTURE_2D
122                     0, //0 for now
123                     GL_RGB, //Format OpenGL uses for image
124                     image->width, image->height, //Width and height
125                     0, //The border of the image
126                     GL_RGB, //GL_RGB, because pixels are stored in RGB format
127                     GL_UNSIGNED_BYTE, //GL_UNSIGNED_BYTE, because pixels are stored
128                     //as unsigned numbers
129                     image->pixels); //The actual pixel data
130
131         delete image;
132         return textureId; //Retorna id da textura
133     }
134 }
135
136 Image* loadBMP(const char* filename) {
137     ifstream input;
138     input.open(filename, ifstream::binary);
139     assert(!input.fail() || !"Could not find file");
140     char buffer[2];
141     input.read(buffer, 2);
142     assert( (buffer[0] == 'B' && buffer[1] == 'M' ) || !"Not a bitmap file");
143     input.ignore(8);
144     int dataOffset = readInt(input);
145
146     //Read the header
147     int headerSize = readInt(input);
148     int width;
149     int height;
150     switch(headerSize) {
151         case 40:
152             //V3
153             width = readInt(input);
154             height = readInt(input);
155             input.ignore(2);
156             assert(readShort(input) == 24 || !"Image is not 24 bits per pixel");
157             assert(readShort(input) == 0 || !"Image is compressed");
158             break;
159         case 12:
160             //OS/2 V1
161             width = readShort(input);
162             height = readShort(input);
163             input.ignore(2);
164             assert(readShort(input) == 24 || !"Image is not 24 bits per pixel");
165             break;
166         case 64:
167             //OS/2 V2
168             assert(!"Can't load OS/2 V2 bitmaps");
169             break;
170         case 108:
171             //Windows V4
172             assert(!"Can't load Windows V4 bitmaps");
173             break;
174         case 124:
175             //Windows V5
176             assert(!"Can't load Windows V5 bitmaps");
177             break;
178         default:
179             assert(!"Unknown bitmap format");
180     }
181
182     //Read the data
183     int bytesPerRow = ((width * 3 + 3) / 4) * 4 - (width * 3 % 4);
184     int size = bytesPerRow * height;
185     auto_array<char> pixels(new char[size]);
186     input.seekg(dataOffset, ios_base::beg);
187     input.read(pixels.get(), size);
188
189     //Get the data into the right format
190     auto_array<char> pixels2(new char[width * height * 3]);
191     for(int y = 0; y < height; y++) {
192         for(int x = 0; x < width; x++) {

```

```

193         for(int c = 0; c < 3; c++) {
194             pixels2[3 * (width * y + x) + c] =
195                 pixels[bytesPerRow * y + 3 * x + (2 - c)];
196         }
197     }
198 }
199
200 input.close();
201 return new Image(pixels2.release(), width, height);
202 }
203 }

```

### B.2.6 Defines

```

1#include "defines.h"
2
3float wScreen = SCREEN_WIDTH;
4float hScreen = SCREEN_HEIGHT;
5
6bool menuPrincipal = false;
7int status = 0;
8bool gameOver = false;
9GLuint wallTexture;
10GLuint floorTexture;
11
12//sounds
13int SOUND_main = -1;
14int SOUND_inter1 = -1;
15int SOUND_inter2 = -1;
16int SOUND_inter3 = -1;
17int SOUND_attack = -1;
18int SFX_die = -1;
19int SFX_eat = -1;
20int SFX_eat2 = -1;
21int SFX_alert = -1;
22//gameplay
23int attack_mode = 0;

```

### B.2.7 Eventos

```

1#include "eventos.h"
2
3#include "gamemanager.h"
4
5#include "player.h"
6
7void teclasNormais(unsigned char key, int x, int y)
8{
9     if(key==GLUT_KEY_ESC)
10         exit(0);
11
12     if (menuPrincipal)
13         return; /// IGNORA ABAIXO
14
15     int mod = glutGetModifiers();
16     if (mod == GLUT_ACTIVE_SHIFT)
17         Player::PlayerControl->setCorrer();
18     else
19         Player::PlayerControl->setAndar();
20
21     switch(key)
22     {
23         case GLUT_KEY_ESC: //ESC
24             exit(0);
25             break;
26         case 'W':
27         case 'w':
28             {
29                 Player::PlayerControl->moveFrente(true);
30                 break;
31             }
32         case 'S':
33         case 's':
34             {
35
36                 Player::PlayerControl->moveTraz(true);
37                 break;
38             }
39
40         case 'A':
41         case 'a':
42             Player::PlayerControl->moveEsquerda(true);
43             break;
44         case 'D':
45         case 'd':
46             Player::PlayerControl->moveDireita(true);

```

```

47         break;
48     case 'Q':
49     case 'q':
50         Player::PlayerControl->giraEsquerda(true);
51         break;
52     case 'E':
53     case 'e':
54         Player::PlayerControl->giraDireita(true);
55         break;
56     case '2':
57         Player::PlayerControl->giraCima(true);
58         break;
59     case '3':
60         Player::PlayerControl->giraBaixo(true);
61         break;
62     case '1': // reseta angulo Y
63         Camera::CameraControl.angleY = 0;
64         Camera::CameraControl.calculaDirecao();
65         break;
66     case 'Z':
67     case 'z':
68         Camera::CameraControl.cameraY += 2;
69         break;
70     case 'X':
71     case 'x':
72         Camera::CameraControl.cameraY -= 2;
73         break;
74     case 'C':
75     case 'c':
76         Camera::CameraControl.cameraX = 6;
77         break;
78     case 'V':
79     case 'v':
80         Camera::CameraControl.cameraY = 3;
81         break;
82     case 'B':
83     case 'b':
84         Camera::CameraControl.cameraZ = 6;
85         break;
86     case 'F':
87     case 'f':
88     {
89         GLboolean isFog = false;
90         glGetBooleanv(GL_FOG, &isFog);
91         if (isFog)
92             glDisable(GL_FOG);
93         else
94             glEnable(GL_FOG);
95
96         break;
97     }
98 }
99 case 'R':
100 case 'r':
101     if (FrameRate::FPSControl.isFPSCap())
102         FrameRate::FPSControl.setFPSCap(false);
103     else
104         FrameRate::FPSControl.setFPSCap(true);
105     break;
106 default:break;
107 }
108}
109void teclasNormaisUp(unsigned char key, int x, int y)
110{
111     if(key==GLUT_KEY_ESC)
112         exit(0);
113
114     if (menuPrincipal)
115         return; /// IGNORA ABAIXO
116
117     switch(key)
118     {
119     case GLUT_KEY_ESC: //ESC
120         exit(0);
121         break;
122     case 'W':
123     case 'w':
124         Player::PlayerControl->moveFrente(false);
125         break;
126     case 'S':
127     case 's':
128         Player::PlayerControl->moveTraz(false);
129         break;
130     case 'A':
131     case 'a':
132         Player::PlayerControl->moveEsquerda(false);

```

```

133         break;
134     case 'D':
135     case 'd':
136         Player::PlayerControl->moveDireita(false);
137         break;
138     case 'Q': case 'q':
139         Player::PlayerControl->giraEsquerda(false);
140         break;
141     case 'E': case 'e':
142         Player::PlayerControl->giraDireita(false);
143         break;
144     case '2':
145         Player::PlayerControl->giraCima(false);
146         break;
147     case '3':
148         Player::PlayerControl->giraBaixo(false);
149         break;
150     default: break;
151 }
152 }
153 }
154
155 void tecclasEspeciais(int key, int x, int y )
156 {
157     if (key==GLUT_KEY_ESC)
158         exit(0);
159     if (menuPrincipal)
160         return; /// IGNORA ABAIXO
161
162     switch(key)
163     {
164         case GLUT_KEY_ESC: //ESC
165             exit(0);
166             break;
167         case GLUT_KEY_UP: Player::PlayerControl->moveFrente(true); break;
168         case GLUT_KEY_DOWN: Player::PlayerControl->moveTraz(true); break;
169         case GLUT_KEY_LEFT: Player::PlayerControl->giraEsquerda(true); break;
170         case GLUT_KEY_RIGHT: Player::PlayerControl->giraDireita(true); break;
171         default: break;
172     }
173
174
175 }
176
177 void tecclasEspeciaisSoltar(int key, int x, int y)
178 {
179     if (key==GLUT_KEY_ESC)
180         exit(0);
181
182     if (menuPrincipal)
183         return; /// IGNORA ABAIXO
184
185     switch(key)
186     {
187         case GLUT_KEY_ESC: //ESC
188             exit(0);
189             break;
190         case GLUT_KEY_UP: Player::PlayerControl->moveFrente(false); break;
191         case GLUT_KEY_DOWN: Player::PlayerControl->moveTraz(false); break;
192         case GLUT_KEY_LEFT: Player::PlayerControl->giraEsquerda(false); break;
193         case GLUT_KEY_RIGHT: Player::PlayerControl->giraDireita(false); break;
194         default: break;
195     }
196 }
197
198 void mouseButton(int button, int state, int x, int y)
199 {
200     if (menuPrincipal)
201     {
202         for(unsigned int i = 0; i < Button::ButtonList.size();i++)
203             Button::ButtonList[i]->handleMouse(button, state, x, y);
204         return; /// IGNORA ABAIXO
205     }
206
207     if (button == GLUT_LEFT_BUTTON)
208     {
209         if (state == GLUT_UP) //Reseta posicoes e ajusta deslocamento
210         {
211             Player::PlayerControl->setMouse(-1,-1);
212         }
213         else
214         {
215             Player::PlayerControl->setMouse(x,y);
216         }
217     }
218 }

```

```

219
220 void moveMouse(int x, int y)
221 {
222     if (menuPrincipal)
223         return; /// IGNORA ABAIXO
224
225     Player::PlayerControl->moveMouse(x,y);
226 }

```

### B.2.8 Game Maneger

```

1#include "gamemanager.h"
2#include "eventos.h"
3#include <time.h>
4GameManager game;
5
6void startButtonAction()
7{
8    menuPrincipal = false;
9
10   game.resetPositions();
11
12   SoundAL sc;
13   sc.stopAll();
14   sc.play(SOUND_inter2);
15}
16void changeSize(int w, int h)
17{
18    //Prevents division by zero
19    if ( h == 0)
20        h = 1;
21
22    float ratio = w*1.0 / h;
23
24    //Uses projection matrix
25    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
26    //Reseta matriz
27    glLoadIdentity();
28
29    //Arranges viewport to entire window
30    glViewport(0,0,w,h);
31
32    //Arranges the right perspective
33    gluPerspective(45.0f, ratio, 1, GAME_FOV*TAMANHO_BLOCO);
34
35    //Back to modelView
36    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
37
38    wScreen = w;
39    hScreen = h;
40}
41void GameManager::inicializaRender(void)
42{
43    //transparency
44    glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA, GL_ONE);
45
46    glEnable(GL_LIGHTING); //enables light
47    glEnable(GL_LIGHT0); //enables light #0
48    glEnable(GL_LIGHT1); //enables light #1
49    glEnable(GL_NORMALIZE); //Automatically normalize normals
50    glEnable(GL_COLOR_MATERIAL);
51    //glEnable(GL_LIGHT1); //enables light #1
52
53    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
54    glShadeModel(GL_SMOOTH); //Shading
55
56    glEnable(GL_CULL_FACE); //Reduces the amount of triangles drawn.
57    glCullFace(GL_CW);
58
59    wallTexture = texture::loadTextureBMP("data/wall.bmp");
60    floorTexture = texture::loadTextureBMP("data/floor.bmp");
61
62
63}
64void GameManager::inicializa(void)
65{
66    inicializaRender();
67    inicializaSons();
68
69    ---Testes
70
71    coin.Load((char*)"suzane.obj");
72
73    Map::MapControl.coin.Load((char*)"suzane.obj");
74    Map::MapControl.bigCoin.Load((char*)"suzane.obj");
75    -----

```

```

76 //Specifies the background color
77 glClearColor(0.3f,0.3f,0.9f,1.0f);
78
79 GLfloat fog_color[4] = {0.0f,0.0f,0.0f,1.0f};
80 glFogfv(GL_FOG_COLOR, fog_color);
81 glFogf(GL_FOG_DENSITY, 0.35f);
82
83 glFogi(GL_FOG_MODE, GL_LINEAR);
84 glHint(GL_FOG_HINT, GL_DONT_CARE);
85 glFogf(GL_FOG_START, TAMANHO_BLOCO*4.0f);
86 glFogf(GL_FOG_END, TAMANHO_BLOCO*10.0f);
87 glEnable(GL_FOG);
88
89 //Tests menu
90 menuPrincipal = true;
91
92 Button* start = new Button();
93
94 start->setXY(220, 200);
95 start->setEstados(1, 350, 60, 0);
96
97 start->ClickAction = startButtonAction;
98
99 Button::ButtonList.push_back(start);
100
101 for(unsigned int i = 0; i < MAX_ENEMY; i++) {
102     enemy[i] = new Entidade();
103     enemy[i]->addToEntidadeList();
104     enemy[i]->setTamanho(5);
105     enemy[i]->createModel((char*)"suzane.obj");
106 }
107
108 Player::PlayerControl = new Player();
109 Player::PlayerControl->addToEntidadeList();
110
111}
112
113void GameManager::inicializaSons(void)
114{
115    sc.init();
116
117    SOUND_main = sc.loadSound("data/mus/main.wav", 1);
118    SOUND_inter1 = sc.loadSound("data/mus/M1.WAV", 1); //Linux & MAC are sensitive case
119    SOUND_inter2 = sc.loadSound("data/mus/M2.WAV", 1);
120    SOUND_inter3 = sc.loadSound("data/mus/M3.WAV", 1);
121    SOUND_attack = sc.loadSound("data/mus/atk.wav", 1);
122
123    SFX_die = sc.loadSound("data/sfx/die.wav", 0);
124    SFX_eat = sc.loadSound("data/sfx/eat.wav", 0);
125    SFX_eat2 = sc.loadSound("data/sfx/eat2.wav", 0);
126    SFX_alert = sc.loadSound("data/sfx/alert.wav", 0);
127
128
129    sc.play(SOUND_inter1);
130
131
132}
133void GameManager::resetPositions(void)
134{
135    printf("Posicoes resetadas: %u\n", Entidade::EntidadeList.size());
136
137    Map::MapControl.load((char*) "map_pacman_new.txt");
138
139    srand( time(NULL) );
140
141    for(int i = 0; i < MAX_ENEMY; i++) {
142        enemy[i]->setRandomPosition();
143    }
144
145    Player::PlayerControl->init();
146    Player::PlayerControl->resetPosition();
147}
148
149void GameManager::Testes()
150{
151    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
152
153    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
154    glLoadIdentity();
155
156    glPushMatrix();
157    glColor3f(1.0f, 1.0f, 1.0f);
158    glTranslatef(2.0f, 0.0f, -10.0f);
159    glRotated(120, 0,1,0);
160    //glutSolidSphere(10.0f, 18.0f, 18.0f);
161    glDisable(GL_CULL_FACE);

```

```

162         coin.Draw();
163         glEnable(GL_CULL_FACE);
164         glPopMatrix();
165     }
166 void desenhaTela(void)
167 {
168     game.render();
169     //game.Testes();
170     glutSwapBuffers();
171 }
172
173 void GameManager::loop(void)
174 {
175     FrameRate::FPSControl.loop();
176     for(unsigned int i = 0; i < Entidade::EntidadeList.size(); i++)
177     {
178         Entidade::EntidadeList[i]->loop();
179     }
180     for(unsigned int i = 0; i < Entidade::EntidadeList.size(); i++)
181     {
182         Entidade::EntidadeList[i]->testaColisao();
183     }
184     for(unsigned int i = 0; i < Entidade::EntidadeList.size(); i++)
185     {
186         Entidade::EntidadeList[i]->executaColisao();
187     }
188     //Verifies change of states on the special ball
189     if(attack_mode == 1) //notified change and play music
190     {
191         //Ste SPECIAL flag active for all entities. Even the player
192         for(unsigned int i = 0; i < Entidade::EntidadeList.size(); i++)
193         {
194             Entidade::EntidadeList[i]->flags = ENTIDADE_FLAG_ESPECIAL;
195         }
196         Player::PlayerControl->flags = ENTIDADE_FLAG_PLAYER_ESPECIAL; // resets the player's flag
197         ticksAttack = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
198         sc.stopAll();
199         sc.play(SFX_alert);
200         attack_mode = 2;
201     } else
202     if (attack_mode == 2)
203     {
204         //after 3 seconds
205         if( (glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - ticksAttack) > 3000 )
206         {
207             sc.stopAll();
208             sc.play(SOUND_attack);
209             attack_mode = 3;
210             ticksAttack = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
211         }
212     } else
213     if (attack_mode == 3)
214     {
215         //over the end of the ball effects 10 seconds + 3 the preceding sfx
216         if( (glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME) - ticksAttack) > 10000)
217         {
218             sc.stopAll();
219             sc.play(SOUND_inter2);
220             attack_mode = 0;
221             for(unsigned int i = 0; i < Entidade::EntidadeList.size(); i++)
222             {
223                 Entidade::EntidadeList[i]->flags = ENTIDADE_FLAG_NENHUM;
224             }
225             Player::PlayerControl->flags = ENTIDADE_FLAG_PLAYER_NORMAL; // resets the player's flag
226         }
227     }
228 }
229
230 void GameManager::render(void)
231 {
232     glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
233     glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
234     glLoadIdentity();
235     if (menuPrincipal)
236     {
237         for(unsigned int i = 0; i < Button::ButtonList.size(); i++)
238             Button::ButtonList[i]->render();
239     }
240 }

```



```

248
249     txt::renderText2dOrtho(30,150,8,"Aperte o grande quadrado branco para comecar!!!");
250
251     switch(status)
252     {
253         case STATUS_DERROTA:
254             txt::renderText2dOrtho(30,130,8,"Derrota!!!");
255             break;
256         case STATUS_NORMAL:
257             txt::renderText2dOrtho(30,130,8,"Novo jogo!!!");
258             break;
259         case STATUS_VITORIA:
260             txt::renderText2dOrtho(30,130,8,"Vitoria!!!");
261             break;
262         default:;
263     }
264
265     return;
266 }
267
268
269
270
271 //Lighting
272 GLfloat ambientLight[] = {0.1f, 0.1f, 0.1f, 1.0f};
273 glLightModelfv(GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, ambientLight);
274 GLfloat directedLight[] = {0.7f, 0.7f, 0.7f, 0.0f};
275 GLfloat directedLightPos[] = {0.0f, 20.0f, -20.0f, 1.0f};
276 GLfloat light[] = {0.9f, 0.9f, 0.9f, 1.0f};
277 GLfloat lightPos[] = {100.0f, 30.0f, -10.0f, 1.0f};
278 glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, directedLight);
279 glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, directedLightPos);
280 glLightfv(GL_LIGHT1, GL_DIFFUSE, light);
281 glLightfv(GL_LIGHT1, GL_POSITION, lightPos);
282 //end of lighting
283
284
285 //calculates iterations
286 this->loop();
287
288 //Print SOL's
289 glPushMatrix();
290 glColor3f(1.0f, 1.0f, 1.0f);
291 glTranslatef(directedLightPos[0],directedLightPos[1],directedLightPos[2]);
292 glutSolidSphere(10.0f, 18.0f, 18.0f);
293 glPopMatrix();
294 glPushMatrix();
295 glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
296 glTranslatef(lightPos[0],lightPos[1],lightPos[2]);
297 glutSolidSphere(10.0f, 18.0f, 18.0f);
298 glPopMatrix();
299
300 Map::MapControl.render();
301 //unsigned int temp = Entidade::EntidadeList.size();
302 for(unsigned int i = 0; i < Entidade::EntidadeList.size(); i++)
303 {
304     if (Entidade::EntidadeList[i]->isVisible())
305         Entidade::EntidadeList[i]->render();
306 }
307
308 txt::renderText2dOrtho(10,15,0,"FPS: %.2f",FrameRate::FPSControl.getFPS());
309
310
311
312
313 MiniMap::renderMiniMap();
314
315}
316
317
318// when called during cleanup destructor,
319// segmentation fault occurs only delete the Entity
320GameManager::~GameManager()
321{
322     sc.stopAll();
323     sc.exit();
324     coin.Release();
325     Map::MapControl.coin.Release();
326     Map::MapControl.bigCoin.Release();
327}
328void cleanup(void)
329{
330     unsigned int sizeEnt = Entidade::EntidadeList.size();
331     unsigned int sizeBtn = Button::ButtonList.size();
332     printf("Entidade cleanup size: %u\n", sizeEnt);
333     for(unsigned int i = 0; i < sizeEnt; i++)

```

```

334 {
335     delete Entidade::EntidadeList[i];
336 }
337
338 printf("Button cleanup size: %u\n", sizeBtn);
339 for(unsigned int i = 0; i < sizeBtn; i++)
340     delete Button::ButtonList[i];
341 printf("EXIT\n");
342}
343void testOpenAL()
344{
345     unsigned int g_buf = -1;
346     unsigned int g_src = -1;
347
348     if(!alutInit(NULL, NULL))
349     {
350         printf("%s", alutGetErrorString(alutGetError()));
351         return;
352     }
353     alGetError();
354     alutGetError();
355
356     g_buf = alutCreateBufferFromFile("testing.wav");
357
358     if (alutGetError() != ALUT_ERROR_NO_ERROR)
359     {
360         alDeleteBuffers(1, &g_buf);
361         alutExit();
362         return;
363     }
364
365     alGenSources(1, &g_src);
366
367     if(alGetError() != AL_NO_ERROR)
368     {
369         alDeleteBuffers(1, &g_buf);
370         alDeleteSources(1, &g_src);
371         alutExit();
372         return;
373     }
374
375     alSourcei(g_src, AL_BUFFER, g_buf);
376
377     alSourcePlay(g_src);
378     alutSleep(4.0f);
379
380     alutExit();
381}
382void testSoundALClass()
383{
384     SoundAL sn;
385     sn.init();
386
387     int m_i = sn.loadSound("testing.wav", 1);
388     sn.play(m_i);
389
390     alutSleep(4.0f);
391
392     sn.exit();
393}
394int main(int argc, char* args[])
395{
396
397     //testOpenAL();
398     //testSoundALClass();
399
400     game.executa(argc, args);
401     return 0;
402}
403void GameManager::executa(int argc, char* args[])
404{
405     glutInit(&argc, args);
406     glutInitDisplayMode(GLUT_DEPTH | GLUT_DOUBLE | GLUT_RGBA);
407     glutInitWindowPosition(100,100);
408     glutInitWindowSize(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT);
409     glutCreateWindow("Labirinth");
410
411     inicializa();
412
413     glutDisplayFunc(desenhaTela);
414     glutReshapeFunc(changeSize);
415     glutIdleFunc(desenhaTela);
416
417     glutKeyboardFunc(teclasNormais);
418     glutKeyboardUpFunc(teclasNormaisUp);
419     glutSpecialFunc(teclasEspeciais);

```

```

420     glutSpecialUpFunc(teclasEspeciaisSoltar);
421     glutMotionFunc(moveMouse);
422     glutMouseFunc(mouseButton);
423
424     atexit(cleanup);
425
426     glutIgnoreKeyRepeat(0);
427     //Get in the loop processing events
428     glutMainLoop();
429}

```

### B.2.9 Text

```

1#include "text.h"
2
3namespace txt
4{
5    void renderBitmapString(
6        float x,
7        float y,
8        int spacing,
9        void *font,
10       char *string) {
11
12       char *c;
13       int x1 = x; //Guarda posicao rasterizada para computar espaco
14
15       for (c=string; *c != '\0'; c++) {
16           glRasterPos2d(x1,y);
17           glutBitmapCharacter(font, *c);
18           x1 = x1 + glutBitmapWidth(font, *c) + spacing;
19       }
20   }
21
22   void* font_glut = GLUT_BITMAP_8_BY_13;
23
24   ///ARRUMA PROJECOES
25   extern void setProjecaoOrto()
26   {
27       glDisable(GL_DEPTH_TEST);
28       glDisable(GL_LIGHTING);
29       glMatrixMode(GL_PROJECTION);
30       glPushMatrix(); //nao fecha
31       glLoadIdentity();
32
33       // coloca projecao ortografica 2d
34       gluOrtho2D(0, wScreen, hScreen, 0);
35       glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
36
37       glPushMatrix();
38       glLoadIdentity();
39   }
40   extern void restauraProjecaoPerspectiva()
41   {
42       glPopMatrix();
43       glMatrixMode(GL_PROJECTION);
44       glPopMatrix(); // fecha o pushMatrix do projecaoOrtho
45       glEnable(GL_DEPTH_TEST);
46       glEnable(GL_LIGHTING);
47       glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
48   }
49
50   extern void renderText2dOrtho(float x, float y, int spacing, const char*pStr, ...)
51   {
52       char string[128];
53       va_list valist; //info das variaveis
54       va_start(valist, pStr); //inicia lista de argumentos das variaveis
55       vsprintf(string, pStr, valist); // joga string formatado para string
56       va_end(valist); // realiza operacoes de fato
57
58       glDisable(GL_LIGHTING);
59       setProjecaoOrto();
60       renderBitmapString(x,y, spacing, font_glut, string);
61       restauraProjecaoPerspectiva();
62       glEnable(GL_LIGHTING);
63   }
64   }
65}

```

### B.2.10 Title

```

1#include "tile.h"
2
3Tile::Tile()
4{
5    tamanho = TAMANHO_BLOCO;

```

```

6   posY = 0;
7
8   left = right = front = back = top = bottom = false;
9}

```

### B.2.11 Makefile

```

1#####
2#           Makefile
3#           Friday 17 August 2012
4#####
5CC = g++
6CFLAGS = $(GLFLAGS) -I./ -O3 -Os -g $(PROBLENS)
7CC_WINDOWS = x86_64-linux-gnu-g++
8
9PROBLENS=-Wall -pedantic -fpermissive
10UNAME = $(shell uname)
11OUTPUT = Amaze.out
12
13SRC =   button.cpp \
14        defines.cpp \
15        eventos.cpp \
16        minimap.cpp \
17        player.cpp \
18        text.cpp \
19        tile.cpp \
20        camera.cpp \
21        entidade.cpp \
22        framerate.cpp \
23        map.cpp \
24        model_obj.cpp \
25        soundAL.cpp \
26        textureloader.cpp
27
28OBSJS = ${SRC:.cpp=.o}
29
30.SUFFIXES:.c.o
31###
32#   libghc-opengl-dev
33#   libghc-opengl-dev
34#   freeglut3-dev
35#   libglui-dev
36#   libalut-dev
37#   glee-dev
38###
39
40
41
42define PROGRAM_template
43$(1): $(addsuffix .o,$(1))
44endif
45$(foreach t,$(compiling),$(eval $(call PROGRAM_template,$(t))))
46
47
48ifeq ($(UNAME),Linux) # Linux OS
49   GLFLAGS = -lglut -lglui -lGLU -lGL -lalut -lopenal
50   SEARCH = dpkg -l | grep -iq
51   else
52   ifeq ($(UNAME),Darwin) # MAC OS X
53       GLFLAGS = -framework OpenGL -framework GLUT -framework OpenAL
54       SEARCH = ls /System/Library/Frameworks | grep -i
55   else #Windows
56       GLFLAGS = -lopengl32 -lglu32 -lglut32 -lglee -lalut
57       SEARCH=
58   endif
59endif
60
61all: system out
62
63debug: config
64
65system:
66   echo "System: "$(UNAME) "OS"
67   echo -n "Compiling..."
68
69system_debug:
70   echo "System: "$(UNAME) "OS"
71   if rm *.o;\
72   then \
73       echo -n "Cleaning && "; \
74   fi;
75   echo -n "Compiling..."
76
77config: system_debug
78   if $(MAKE) out ; \
79   then \

```

```

80     echo " " ;\
81     else \
82     echo "Error on compiling! Probably some package is missing"; \
83     $(MAKE) check;\
84     fi;
85
86.c.o:
87     echo -n "compiling..." $<
88     $(CC) $< -c -g $(CFLAGS) $(GLFLAGS)
89     echo "Done"
90
91compiling: $(OBS)
92
93lib: compiling
94     echo "Done"
95     echo -n "Making lib..."
96     ar rcs libAmaze.a *.o
97
98out: lib
99     $(CC) gamemanager.cpp -o $(OUTPUT) $(CFLAGS) -L./ -lAmaze $(GLFLAGS)
100    echo "Done.\nRun "$(OUTPUT) "; \
101
102clean:
103    echo "Cleaning all..."
104    rm -rfv $(OUTPUT) *.o *.d *.a
105
106run: out
107    echo "Running..."
108    ./$(OUTPUT)
109
110valgrind: *.cpp
111    $(CC) -g -c $(SRC) $(CFLAGS) $(GLFLAGS)
112    ar rc libAmaze.a *.o
113    $(CC) -g gamemanager.cpp -o ToGring $(GLFLAGS) -L./ -lAmaze
114#    valgrind --tool=callgrind --dsymutil=yes --trace-jump=yes ./ToGring -q --fullpath-after=string
--show-possibly-lost=yes --trace-children=yes -v --main-stacksize=512MB
115    echo "Valgrind files available: (newer first)"
116    ls -tl | egrep -i grind
117
118windows: *.cpp
119    echo "Cross compiling to" $@
120    $(CC_WINDOWS) *.cpp -c $(CFLAGS)
121    $(CC_WINDOWS) *.o -o ./bin/x86-x64-Amaze.exe $(CFLAGS)
122    echo "done.\nRun " x86-x64-Amaze.exe "on bin directory"
123
124check:
125    echo "Checking if all dev packages are installed"
126#    OPENGL
127    echo -n "opengl "
128    if $(SEARCH) "opengl.*dev" ;\
129    then \
130        echo "[OK]";\
131    else \
132        echo "[MISSING!] - Install libghc-opengl-dev" ;\
133    fi;
134#    OPENAL
135    echo -n "openal "
136    if $(SEARCH) "openal.*dev" ;\
137    then \
138        echo "[OK]";\
139    else \
140        echo "[MISSING!] - Install libghc-openal-dev" ;\
141    fi;
142#    GLUT
143    echo -n "glut "
144    if $(SEARCH) "glut.*dev" ;\
145    then \
146        echo "[OK]";\
147    else \
148        echo "[MISSING!] - Install freeglut3-dev" ;\
149    fi;
150#    GLUI
151    echo -n "glui "
152    if $(SEARCH) "glui.*dev" ;\
153    then \
154        echo "[OK]";\
155    else \
156        echo "[MISSING!] - Install libglui-dev" ;\
157    fi;
158#    ALUT
159    echo -n "alut "
160#Como deveria de ser pra buscar por suporte para desenvolvedores
161#    if $(SEARCH) | grep -qi "alut.*dev" ;\
162    if $(SEARCH) "alut.*dev" ;\
163    then \
164        echo "[OK]";\

```

```

165     else \
166         echo "[MISSING!] - Install libalut-dev" ;\
167     fi;
168 # GLEE
169     echo -n "glee "
170     if $(SEARCH) "glee.*dev" ;\
171     then \
172         echo "[OK]";\
173     else \
174         echo "[MISSING!] - Install glee-dev" ;\
175     fi;
176
177 .SILENT:
178
179 #Obs
180 #
181 # Bibliotecas incluídas:
182 #
183 # alut-dev
184 # openal-dev
185 #
186 # Descobrimos pacotes instalados:
187 $ dpkg -l | grep alut
188 #
189 # No MacOS os Frameworks ficam no diretório/System/Library/Frameworks
190 # e possuem a nomenclatura semelhante a:
191 # OpenAL.framework

```

## B.2.12 README

h1. README

### # Windows

The program was developed with the assistance of CodeBlocks IDE. To generate the executable on the platform, just open the project file - Labirinto.cbp in CodeBlocks and have compile / build the project. In the IDE will own the means of implementing the output file, but the project folder you can also locate the \*.exe.

### # Mac OS

-Similar to the steps on the Linux system, the user must run the command "make run" in the directory containing the makefile to compile the files and start the program correctly.-

Not supported yet.

### # Linux

To build the program on the Linux platform, you need some libraries installed on your system. Among them is valid highlight of OpenGL and audio (ALUT and OpenAL). In the folder where the source files, you can find the makefile. In the terminal, just run the command "make run" in the directory containing the makefile to compile the files and start the program correctly. If any of the required libraries are not installed, it will be seen the list of warnings/errors, guiding which library should be installed. It is valid to remember that to install the libraries for this purpose on the Linux platform, you should seek the names with the suffix "-dev", thereby ensuring that the necessary files will be installed. The compilation will be done on silent mode.

### \* Example of compiling

```

$ make
System: Linux OS
Compiling...ok
Cleaning...done.
Run Amaze.out

$ make check
Checking if all dev packages are installed
opengl [OK]
openal [OK]
glut [OK]
glui [OK]
alut [OK]
glee [OK]

```