

# **Documentação de Projeto – Parte 1**

## **CONOPS, Domínio do Problema, Especificação**

---

**Projeto:** PacMan

**Autores:** João Felipe Sarggin Machado e Waine Barbosa de Oliveira Junior

**Versão:** 07-Nov-2022

# Parte 1a – CONOPS

---

## 1 Introdução

---

Desde o início desenvolvimentos de sistemas computacionais, uma das áreas mais interessantes é a de jogos eletrônicos. Os primeiros jogos e dispositivos, como Atari com Pong e PacMan, possuíam diversas restrições computacionais das mais diversas maneiras (desde quantidade de RAM até como se programava o jogo), porém produziram jogos que são influentes até hoje.

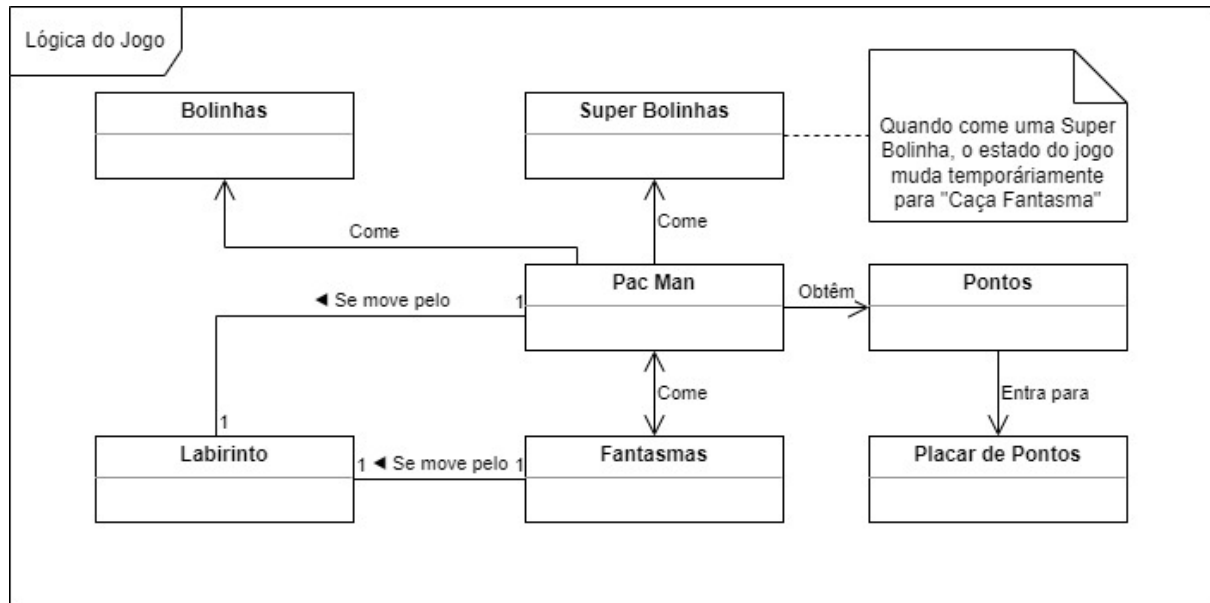
É proposto neste projeto o desenvolvimento de um jogo que visa ser uma reprodução do PacMan, para que jogadores possam lembrar e se entreter com esse clássico. Um labirinto em 2D é apresentado ao jogador e nele estão presentes o PacMan, quatro fantasmas e as “bolinhas” que devem ser capturados. O jogador, controlando o Pacman, deve capturar todas as bolinhas sem ser tocado por nenhum fantasma. Um jogo simples, mas que deve trazer muito entretenimento e nostalgia para fãs de videogame.

## 2 Descrição do Sistema

---

O presente projeto visa reproduzir um dos “jogos arcade” mais memoráveis de todos os tempos, o Pac Man. Nele o jogador assume o controle do Pac Man (representado por um círculo amarelo) e tem como objetivo “comer” todas as bolinhas (ou seja, passar por cima delas) enquanto evita ser tocado por qualquer um dos quatro fantasmas que estão presentes a todo momento no jogo e representam os inimigos do Pac Man. Cada fantasma possui uma cor e uma estratégia de movimentação diferente. O jogo se passa em um labirinto 2D que é completamente observável pelo jogador e algumas das bolinhas dispostas neste labirinto são ditas “super bolinhas”. Quando o Pac Man come uma dessas super bolinhas, o jogo entra temporariamente em um estado diferente onde os fantasmas mudam de cor e passam a fugir do Pac Man, que agora têm o poder de conseguir comer os fantasmas, retirando eles brevemente do labirinto quando isso acontece.

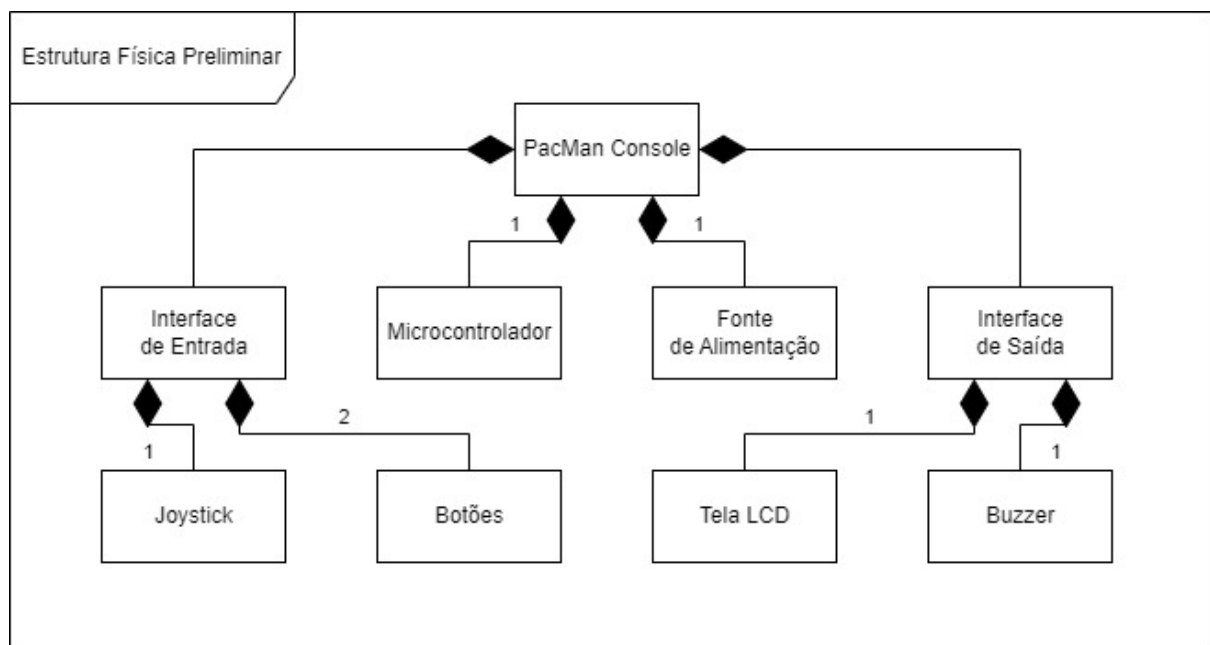
Tudo que o Pac Man come é convertido em uma quantidade apropriada de pontos, que representa a parte competitiva do jogo, pois as melhores pontuações são registradas em um ranking junto a um identificador escolhido pelo jogador após a partida e todos os jogadores conseguem visualizar as melhores pontuações após cada tentativa, estimulando assim a competitividade.



Estrutura da lógica do jogo

Por se tratar de um jogo eletrônico, o jogador precisa interagir com o jogo (e vice versa) por meio de interfaces de entrada e de saída. As interfaces de entrada permitem que o jogador controle a mudança entre os diferentes estados do jogo, como por exemplo, mover o Pacman pelo labirinto, portanto, será utilizado para esse interfaceamento um *joystick* e dois botões de pressão.

Já as interfaces de saída devem informar o jogador do estado atual do jogo, para que o mesmo tome decisões de como agir a seguir. Outra função das interfaces de saída é a de gerar imersão ao jogador enquanto o mesmo está jogando, e portanto, será utilizado para esse interfaceamento um display LCD, que será a tela do jogo, e um Buzzer, que será o áudio do jogo.



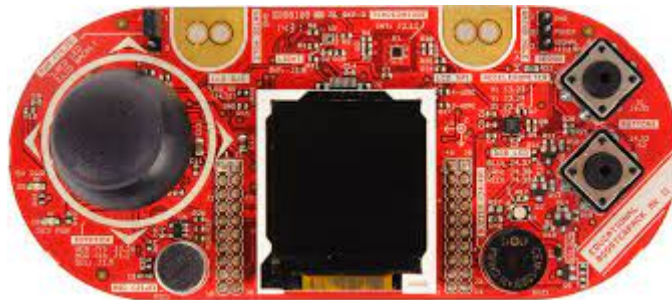
## Estrutura física preliminar do sistema

### 3 Interface com o Usuário

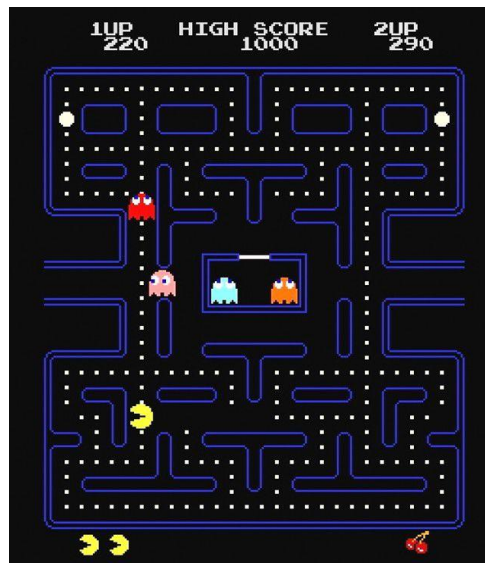
---

Para interação com o sistema, o jogador (usuário) é apresentado com uma tela com os personagens do jogo e também um joystick. Na tela estão presentes os fantasmas, o PacMan e também as bolinhas que devem ser “comidas”. Essa tela representa o estado atual do jogo e é atualizada conforme tal.

Já para o controle do PacMan deve ser usado o joystick, com o jogador podendo movimentar o PacMan apenas nas direções x e y (sem diagonal).



Tela e Joystick para interação com o usuário



Exemplo de tela do jogo PacMan, interface deve ser similar

### 4 Identificação dos Stakeholders

---

Os stakeholders identificados para o sistema são:

1. Cliente:
  - a. Os equipamentos e ferramentas utilizadas para o projeto devem ser aquelas dos parceiros do cliente final, assim como o escopo do projeto deve ser aprovado por ele
2. Desenvolvedores

- a. O escopo de desenvolvimento, tempo necessário e habilidades devem ser adequados ao tempo dedicado para o projeto, tendo em vista que um projeto muito longo ou complexo não poderia ser cumprido em tempo hábil.
3. Jogadores
  - a. Quem diz se um jogo é bom e agradável de se jogar devem ser os jogadores, portanto é muito importante ouvi-los para definição das características e restrições do sistema. Além do fato dele ser o cliente final e ser o responsável pelo *feedback* do projeto.

## 5 Necessidades de Stakeholders

---

As necessidades dos stakeholders identificadas são:

### **Cliente:**

N.C01 - O projeto deve utilizar hardware dos parceiros do cliente, sendo esses kit Tiva TM4C1294XL e o BoosterPack BOOSTXL-EDUMKII

N.C02 - A solução em software deve utilizar o ThreadX

N.C03 - A solução deve ter uma complexidade mínima de 3 threads e um tratamento de interrupções

### **Desenvolvedores:**

N.D01 - O tempo e as habilidades para desenvolvimento do sistema devem ser adequados ao escopo de Sistemas Embarcados.

### **Jogadores:**

N.J01 - O jogo deve ser agradável de se jogar.

N.J02 - O jogo deve lembrar o original PacMan.

## 6 Cenários de Operação

---

Em uma situação comum de operação o seguinte cenário deve ser observado:

1. O jogador utiliza os movimentos para cima e para baixo com o joystick para navegar entre as opções de iniciar um novo jogo ou visualizar o placar de pontos.
2. O jogador aperta um dos botões para selecionar uma das opções.
3. Se o jogador selecionar o placar de pontos, então o placar de pontos é exibido na tela LCD.
4. O jogador pode sair do placar de pontos apertando um botão.
5. Se o jogador selecionar a opção de novo jogo, um novo jogo se inicia após uma breve contagem regressiva.
6. Durante o jogo, o jogador pode utilizar o joystick para produzir a movimentação desejada no PacMan.
7. Ao final do jogo, a pontuação do jogador é exibida e é informado se essa pontuação foi o suficiente para entrar em alguma posição do ranking de melhores pontuações.
8. Se a pontuação for suficiente para entrar no ranking de pontuações, o jogador deve inserir um identificador utilizando o joystick e os botões para isso.
9. O jogador é apresentado à tela inicial novamente e volta para o passo 1.

## Parte 1b – Domínio do Problema

---

A área de jogos eletrônicos apresenta diversos aspectos dos quais devem ser considerados para que o jogador possua uma experiência agradável ao jogar um determinado jogo, pois afinal, o que a maioria dos jogadores casuais buscam é o fator diversão, sendo este um dos principais critérios que irá predizer o sucesso de um jogo.

Dentre os principais aspectos pode-se citar se o jogo entrega adequadamente a experiência proposta, com um grau adequado de dificuldade. No jogo do Pacman esses dois aspectos dizem respeito ao gênero do jogo (seção 1) e ao comportamento dos fantasmas (seção 4).

Outro aspecto importante para qualquer jogo é a sua fluidez, ou seja, o jogador é atualizado rapidamente (e na quantidade certa) sobre o que está acontecendo no jogo (Seção 2) e seus comandos produzem uma resposta quase que imediata na jogabilidade (Seção 3).

### 1 Jogos de Ação Arcade

---

O foco dos jogos de ação arcade é entregar uma jogabilidade frenética e viciante ao jogador, priorizando testar seus reflexos e agilidade na tomada de decisões ao invés da estratégia, raciocínio e planejamento, embora esses elementos também possam estar presentes em algum grau.

Jogos desse gênero baseia seu sucesso por meio dos momentos de descarga de adrenalina durante sua jogabilidade, portanto, a dificuldade do jogo deve ser ajustada para um grau desafiador, de forma que o jogador não fique entediado com fases fáceis demais e nem acabe se frustrando com fases que beiram a impossibilidade.

Nesse quesito, os fantasmas desempenham um papel fundamental no jogo do Pac Man, pois a todo momento o jogador deve sentir que escapou por pouco da estratégia coletiva dos fantasmas e da perseguição dos mesmos.

### 2 Quadros por segundo

---

Jogos podem ser vistos como sistemas de tempo real com restrições flexíveis, pois à medida que um novo quadro (desenho na tela) demora para ser gerado, o jogador começa a se incomodar com a experiência de jogabilidade, tendo a impressão de que o jogo está “travando”. Esse efeito é popularmente conhecido no mundo dos jogos eletrônicos como “**lag**” e pode ser caracterizado por uma variação na quantidade de quadros que deveriam ser apresentados por segundo para o usuário, ou seja, uma variação no FPS “**Frames per second**” (termo popular).

Portanto, para garantir uma boa experiência de jogabilidade, o sistema deve garantir uma atualização constante da tela e com uma frequência bem definida (ou o mais próximo disso). Valores típicos são de 30 e 60 quadros por segundo, pois a frequência de boa parte dos monitores é de 60 Hz (embora atualmente haja uma crescente busca por monitores especializados para jogos que operam a uma frequência de 144 Hz).

É difícil caracterizar ao certo quantos quadros por segundo o olho humano consegue enxergar, mas alguns estudos indicam que a maioria das pessoas consegue captar o panorama geral (dizer o que tinha na imagem fornecendo poucos detalhes) de uma imagem exposta a elas por cerca de 20 milissegundos em um monitor, o que resultaria em 50 quadros por segundo. Esse valor é importante pois jogos que atualizam suas telas próximo dessa frequência apresentam boa experiência para os jogadores.

Um outro fator importante é a quantidade de animação que a tela do jogo apresenta, ou seja, quantos pixels mudaram em relação à tela anterior. Jogos mais simples, com pouca animação quadro após quadro, conseguem entregar uma boa experiência para o jogador mesmo com taxas menores de quadros por segundos, como 20 FPS por exemplo, visto que os olhos conseguem captar perfeitamente todas as transições realizadas.

### 3 Responsividade

---

Outro conceito importante para os jogos eletrônicos é a responsividade, que possui dois fatores: O primeiro deles é quanto tempo demora para que os comandos do jogador produzam efeito no estado atual do jogo, e o segundo diz respeito a quantos comandos por segundo o jogo consegue interpretar de entrada do jogador.

O primeiro fator pode ser caracterizado pela soma dos tempos envolvidos em cada iteração do laço de controle do jogo, começando pela tempo gasto na leitura dos comandos de entrada (sensores), seguido pelo tempo de processamento interno do jogo, para que o mesmo possa atualizar seu estado conforme a entrada recebida, e por último, o tempo gasto para mostrar o novo estado do jogo para o jogador por meio da tela (atuadores). Idealmente a soma desses tempos deve ser a menor possível para que o usuário possa ter uma boa experiência com a jogabilidade.

O segundo fator se baseia no primeiro, pois o jogo só pode interpretar um novo comando do usuário após a visualização do efeito do primeiro ter sido gerada, mas nesse caso, há um valor de comparação que deve ser preferencialmente atendido, e esse valor diz respeito ao tempo médio de reação de uma pessoa, que segundo estudos, gira em torno dos 200 milissegundos. Portanto, um jogo deve ser capaz de estar disponível para receber novos comandos dos jogadores mais rapidamente do que o tempo de reação do mesmo para que a experiência de jogabilidade seja a mais agradável possível.

### 4 Agentes

---

Em jogos que possuem outros personagens que não são controlados por jogadores (Popularmente conhecidos como NPC “**Non playable character**”) é desejável, para a imersão do jogo, um comportamento que pareça minimamente racional ou invés de um comportamento completamente aleatório. Esse comportamento pode ser modelado por meio de diversas técnicas baseadas em agentes dentro da linha de pesquisa de Sistemas Inteligentes, onde dado um ambiente e um objetivo, o agente pode produzir um comportamento desejado.

No caso do jogo Pac Man, é desejável utilizar-se dessa abordagem para controlar a movimentação dos fantasmas de forma a proporcionar um grau adequado de desafio para o jogador, além de permitir que o mesmo crie e adapte suas estratégias conforme entende o padrão de movimentação de cada fantasma, incentivando o jogador a realizar movimentos mais ousados, o que certamente contribui para a emoção na jogabilidade.

## Parte 1c – Especificação

### 1 Introdução

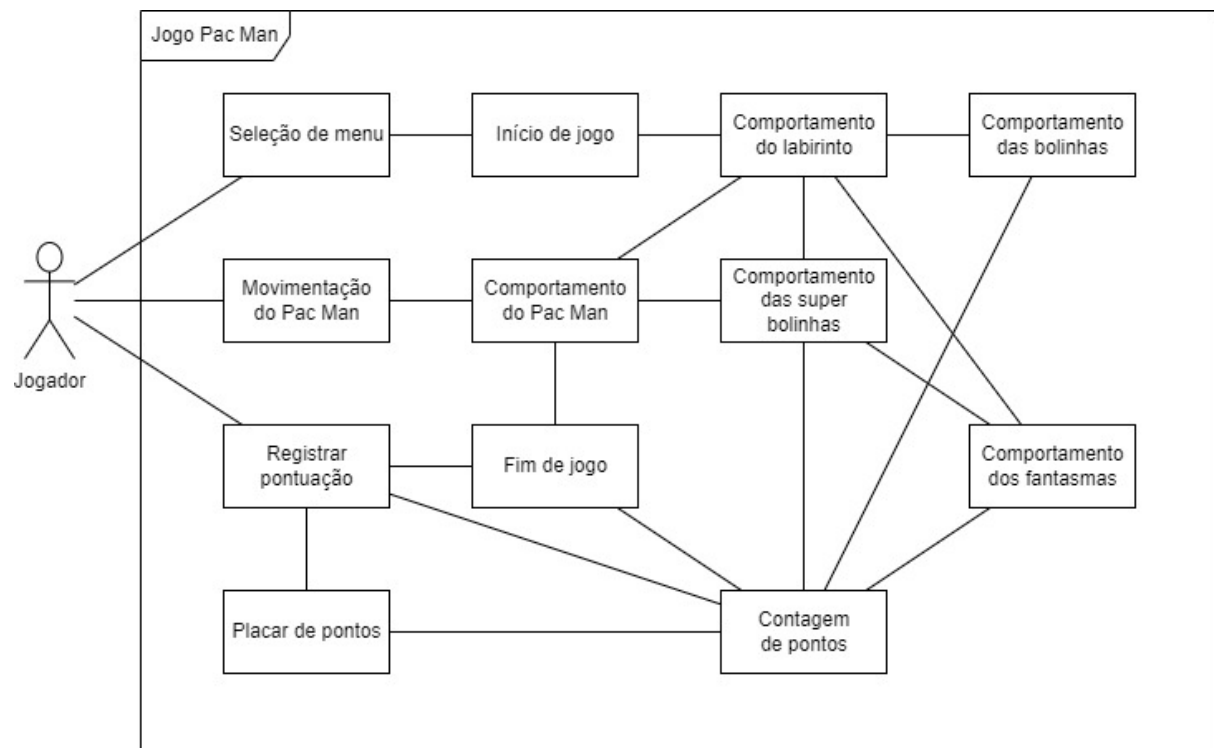
Antes do início do desenvolvimento de um projeto, a fase de especificação e requisitos é imprescindível. Nela são formalizadas e respondidas perguntas como: o que o sistema deve fazer; como ele deve fazer; quais são as restrições e limitações do projeto; qual o desempenho mínimo que o sistema deve ter, dentre outras.

A qualidade dessa especificação é usualmente o que dita o sucesso ou fracasso de um projeto. Isso porque todas as fases seguintes dependem crucialmente da especificação, logo se essa for mal executada, os erros serão continuados nas próximas etapas. Por sua vez, a especificação tem como insumo as necessidades dos *stakeholders* e da visão geral do projeto.

Nesse documento é apresentada a estrutura do sistema de maneira global e abstrata; a especificação funcional e não funcional; as restrições do sistema.

### 2 Estrutura do Sistema

O jogo do PacMan pode ser dividido em uma série de componentes e suas transições. No diagrama abaixo é apresentada uma visão macro desses componentes e quais deles se relacionam entre si. Importante ressaltar que o detalhamento desses componentes será feito em uma etapa de projeto futura.



Estrutura do jogo do ponto de vista do jogador



### 3 Especificação Funcional

Identificador:	RF01 - Opções de menu		
Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Não Funcional	<input type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Requisito Funcional		
Requisito:	O menu principal deve apresentar as opções de visualizar o placar de melhores pontuações e iniciar um novo jogo.		
Justificativa:	N.J01, N.J02		
Teste:	Por inspeção visual do menu inicial.		

Identificador:	RF02 - Placar de Pontos		
Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Não Funcional	<input type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Requisito Funcional		
Requisito:	O placar de pontos deve exibir as 5 melhores pontuações e deve se manter após a alimentação ser desligada.		
Justificativa:	N.J01, N.J02		
Teste:	Por inspeção visual do placar de pontos após a alimentação ser cortada e restabelecida.		

Identificador:	RF03 - Elementos de jogo e jogabilidade		
Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Não Funcional	<input type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Requisito Funcional		
Requisito:	O jogo deve apresentar os elementos originais Pac Man, fantasmas, bolinhas, super bolinhas e labirinto, não sendo necessário que o comportamento e aparência destes sejam iguais aos do jogo original.		
Justificativa:	N.J01, N.J02		
Teste:	Por inspeção visual ao iniciar um novo jogo.		

Identificador:	RF04 - Gravar pontuação		
Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Não Funcional	<input type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Requisito Funcional		
Requisito:	O jogo deve ser capaz de registrar uma pontuação se ela estiver acima da		

	pior pontuação registrada no placar ou se houver vagas disponíveis no placar.
Justificativa:	N.J01, N.J02
Teste:	Por inspeção visual ao terminar um jogo e em seguida certificando-se que a pontuação aparece no placar de pontos.

## 4 Especificação Não Funcional

Identificador:	RNF01 - Quadros por segundo		
Tipo:	<input type="checkbox"/> Funcional	<input checked="" type="checkbox"/> Não Funcional	<input type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Requisito de Performance		
Requisito:	A tela do jogo deve ser atualizada pelo menos a 20 quadros por segundo.		
Justificativa:	N.J01		
Teste:	Cronometrando quanto tempo o Pac Man demora para percorrer uma distância conhecida de pixels.		

Identificador:	RNF02 - Responsividade		
Tipo:	<input type="checkbox"/> Funcional	<input checked="" type="checkbox"/> Não Funcional	<input type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Requisito de Performance		
Requisito:	O jogo deve ser capaz de interpretar entradas do usuário a uma frequência de 4 Hz.		
Justificativa:	N.J01		
Teste:	Movendo-se rapidamente o joystick da direita para a esquerda ou de cima para baixo e observando se o Pac Man mudou 4 vezes de direção em 1 segundo.		

## 5 Restrições

Identificador:	RNF03 - Hardware utilizado		
Tipo:	<input type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Não Funcional	<input checked="" type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Características Físicas		
Requisito:	O kit Tiva TM4C1294XL e o BoosterPack BOOSTXL-EDUMKII devem ser utilizados.		

Justificativa:	N.C01
Teste:	Por inspeção visual do hardware utilizado.

Identificador:	RNF04 - Software		
Tipo:	<input type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Não Funcional	<input checked="" type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Limitações		
Requisito:	O sistema embarcado ThreadX deve ser utilizado com a implementação de pelo menos 3 threads e tratamento de interrupção.		
Justificativa:	N.C02, N.C03		
Teste:	Por inspeção visual do código fonte que deve conter pelo menos três funções de entrada de threads e pelo menos uma rotina de tratamento de interrupção.		

Identificador:	RNF04 - Desenvolvimento		
Tipo:	<input type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Não Funcional	<input checked="" type="checkbox"/> Restrição
Categoria:	Limitações		
Requisito:	O projeto deve ser desenvolvido segundo um projeto de desenvolvimento de um sistema embarcado real e deve ser concluído em 6 semanas.		
Justificativa:	N.C01, N.D01		
Teste:	Por inspeção visual do código fonte que deve conter pelo menos três funções de entrada de threads e pelo menos uma rotina de tratamento de interrupção.		