

# Sistema auxiliador de jogador para Tower Defense utilizando reconhecimento de imagem

Aluno: Leandro Lima Rosa

Orientador: Rafael Berri

Engenharia de Automação

Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Centro de Ciências Computacionais - C3

leandro.rosa@furg.br

## Resumo

A visão computacional estuda o processamento de imagens por um computador, dando as máquinas capacidade de interpretar informações visuais. Portanto, o objeto deste projeto de graduação é utilizar técnicas de processamento e reconhecimento de imagem para entender locais importantes para o posicionamento de defesas para o jogo *Bloons TD6*, facilitando o aprendizado para novos jogadores. A saída esperada do sistema que será desenvolvido nesse projeto é a tela do jogo com a incorporação de uma mapa de calor representando regiões mais interessantes para o estabelecimento de novas defesas.

**Palavras-Chave:** *Visão Computacional, Processamento Gráfico, Machine Learning, Tower Defense.*

## 1 Caracterização do Problema

Jogos eletrônicos tem atraído a curiosidade de pessoas por gerações. Desde o surgimento dos primeiros fliperamas até os jogos para celulares que atraem a atenção de pessoas por todo o mundo com grande diversidade de gêneros e propostas para os mais diversos públicos e com capacidade de ensinar novos conceitos (MELNIK et al., 2019).

Apesar de jogos serem usados majoritariamente de forma recreativa, estudos e aplicações científicas empregando jogos vem crescendo. Destes, os possíveis estudos vem desde a utilização para auxiliar o jogador ao longo da sua jornada (TAYLOR et al., 2014) até o de aprendizado de máquina em Pac-Man (GALLAGHER; RYAN, 2003).

Utilizando como exemplo o jogo Bloons TD6<sup>1</sup>, temos como atacantes balões que a cada rodada ficam mais fortes e tem poderes aumentados como invisibilidade ou revestimento tendo como intuito de chegar ao final do percurso, removendo pontos de vida do

---

<sup>1</sup>Mais informações podem ser obtidas em [https://bloons.fandom.com/wiki/Bloons\\_TD\\_6](https://bloons.fandom.com/wiki/Bloons_TD_6)

jogador até que fique sem pontos de vida e perca a partida. São utilizados macacos para defesa e cada um tem seu alcance, dano e poder, conseguindo causar dano para alguns tipos de balões, sendo necessário uma estratégia bem pensada para o desenrolar das rodadas. Como mostrado na Figura 1, onde são utilizados diversos tipos de macacos para conseguir conter o ataque dos balões.

Por ser um tipo de jogo que necessita de muita estratégia e conhecimento e ter um grau de dificuldade elevado, portanto não sendo amigável para iniciantes, viu-se a ideia de criar um sistema auxiliador de usuários com o objetivo de identificar pontos de interesse (como curvas no traçado ou cruzamentos) e mostrar em forma de mapa de calor para o jogador posições interessantes para torres.



Figura 1: Jogo Bloons TD6

## 2 Revisão da Literatura

A visão computacional contempla algoritmos que possibilita ao computador perceber o ambiente, em outras palavras, tem como objetivo a interpretação automática de imagens. A extração de imagens como parâmetros ou segmentação de imagens é uma importante sub tarefa (BALLARD; BROWN, 1982).

Ainda mais em *video games*, a segmentação de imagens pode ser muito utilizada para o entendimento do que está acontecendo em tela mas também treinar modelos de visão computacional (SHAF AEI; LITTLE; SCHMIDT, 2016). Para a correção de imperfeições no caminho, um passo a se tomar é a identificação de bordas, muitas técnicas foram desenvolvidas para resolver esse problema, uma delas é a morfologia matemática (XAVIER et al., 2013).

## 2.1 Cor

Cor é a maneira que o nosso cérebro, através da visão, entende o espectro magnético. Computacionalmente, é a junção do conteúdo cromático<sup>2</sup> e acromático<sup>3</sup>. Surgiu-se, pela necessidade de padronização do uso das cores, a ideia do espaço de cor para especificá-las. Existem diversos espaços de cor como por exemplo o RGB, YCbCr e HSV.

### 2.1.1 Espaço de cor RGB

O espaço de cor RGB representa as cores de maneira similar ao olho humano, fazendo parte do sistema visual humano (TKALCIC; TASIC, 2003). O RGB combina as cores R (vermelho), G (verde) e B (azul) formando todas as cores do espectro visível, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Espaço de cor RGB



Fonte: Adaptado de (ROCHA, 2010)

### 2.1.2 Espaço de cor HSV

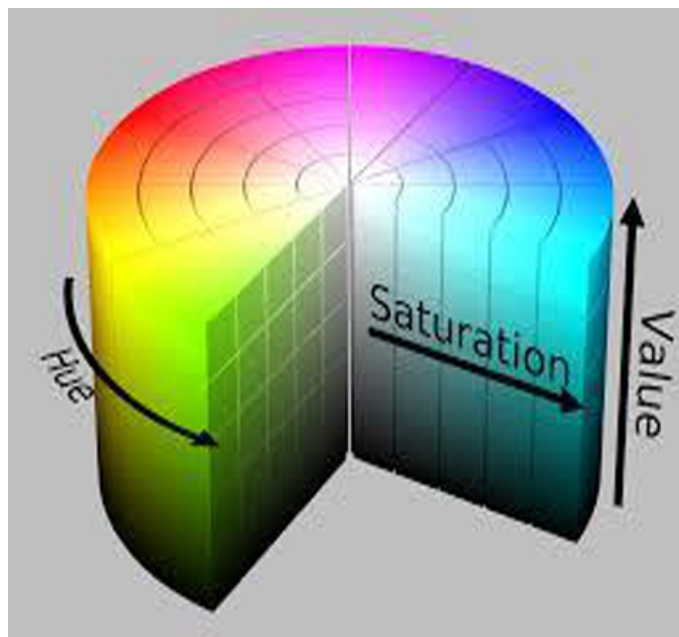
O espaço de cor HSV, mostrado na figura 3 representa as cores as três componentes, sendo eles H (tonalidade), S (saturação), V(intensidade) e esses valores são transformados de forma linear do RGB. Por utilizar apenas um componente para cor, é mais simples escolher a tonalidade e editar sua saturação e intensidade, sendo efetivo e eficiente na separação de *pixels* na imagem (SHAIK et al., 2015).

---

<sup>2</sup>Com cor, colorido

<sup>3</sup>sem cor

Figura 3: Espaço de cor HSV



Fonte: Adaptado de (BORA; GUPTA; KHAN, 2015)

Por este espaço de cor separar a informação de luminância<sup>4</sup> e de crominância<sup>5</sup>, torna-se mais vantajoso para utilização em aplicações de processamento de imagens (FORD; ROBERTS, 1998).

## 2.2 Segmentação

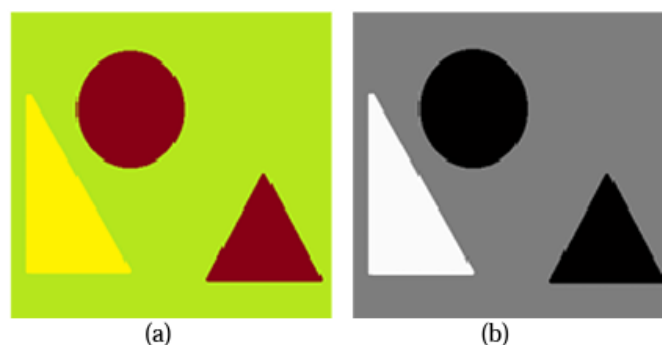
Segmentação de imagem é o processo de separar em pequenos grupos de *pixels* que são homogêneos em algum tipo de critério para extrair alguma informação pertinente (BALLA-ARABÉ; GAO; WANG, 2013). Segmentação de imagem é um processo chave de quase todos os sistemas de visão computacional, como por exemplo imagens transito (DEY; PRAVEEN, 2016). Existem diversos métodos de segmentação de imagem como por exemplo a segmentação baseada em região, segmentação em borda, clusterização e segmentação por cor (BALAFAR et al., 2010).

Uma ferramenta utilizada na segmentação é o *thresholding* que é um algoritmo que recebe uma intensidade de cor e analisa os *pixels* da imagem, separando os valores maiores e menores que a intensidade pré-definida criando uma imagem binária (SAHOO; SOLTANI; WONG, 1988). Na Figura 4, podemos ver o antes de depois da aplicação da segmentação na imagem, utilizando *thresholding*.

<sup>4</sup>Medida da densidade da intensidade de uma luz refletida numa dada direção

<sup>5</sup>Sinal de vídeo que transmite a combinação dos sinais de duas ou três cores fundamentais, permitindo a matização dos sinais na transmissão em cores

Figura 4: Figura (a) mostra a imagem e (b) mostra o resultado da segmentação



Fonte: (BANIMELHEM; YAHYA, 2011)

## 2.3 Morfologia Matemática

Morfologia matemática fornece para o processamento digital de imagens uma abordagem baseada em formas. Bem utilizada, ela simplifica a imagem e seus dados, removendo irrelevâncias e mantendo as características essenciais (HARALICK; STERNBERG; ZHUANG, 1987) sendo muito popular por sua grande base matemática. A morfologia prove uma gama de ferramentas para grande parte das demandas e como metodologia tem sido aplicada em quase todas as áreas que lidam com processamento de imagens (JÄHNE; HAUSSECKER; GEISLER, 1999). A morfologia matemática simplificará a segmentação por facilitar a descrição do trajeto. Abaixo serão citadas algumas operações morfológicas.

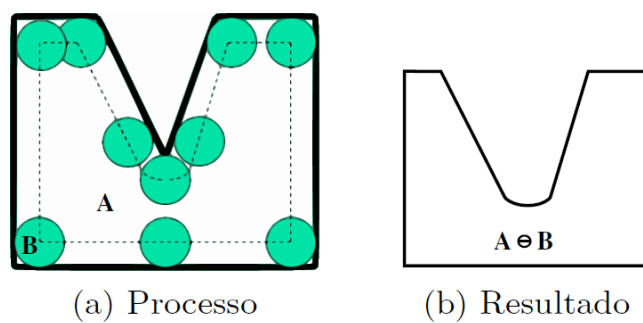
### 2.3.1 Erosão

A erosão é uma operação morfológica de encolhimento que diminui a área da imagem (HARALICK; STERNBERG; ZHUANG, 1987). Como mostrado na Figura 5, a operação diminui objetos existentes, elimina objetos menores que o elemento estruturante e divide objetos (GONZALEZ; WOODS 3RD, 2008). Para que um pixel seja mantido, o elemento estruturante deve estar dentro do objeto.

### 2.3.2 Dilatação

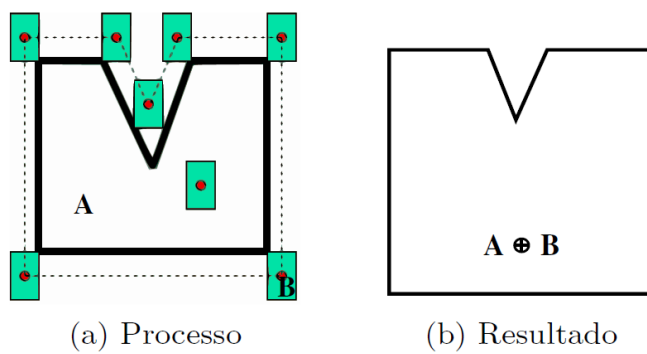
A dilatação é uma operação morfológica que tenta aumentar a área correspondente dos objetos da imagem (HARALICK; STERNBERG; ZHUANG, 1987). Como mostrado na Figura 6, a operação aumenta objetos existentes, conecta objetos próximos e elimina pequenos buracos que possam existir na imagem (GONZALEZ; WOODS 3RD, 2008).

Figura 5: Exemplo de erosão



Fonte: (BERRI et al., 2014)

Figura 6: Exemplo de dilatação



Fonte: (BERRI et al., 2014)

### 3 Objetivos

O projeto tem como objetivo criar um sistema auxiliador para o jogador do *tower defense*, entendendo o caminho do jogo e mostrando pontos que sejam de maior interesse para o posicionamento das torres. Além de proporcionar uma experiência mais fácil para usuários iniciantes ou que ainda não tenham familiaridades com jogos de defesa de torre. Como objetivo específico, tem-se inicialmente que identificar o percurso no qual os atacantes irão passar. Outra questão importante para o trabalho é a detecção dos pontos interessantes para a disposição das defesas, para que elas tenham maior tempo atacando e possam causar mais danos.

Será feito também a identificação das torres que já estão em jogo, para que não sejam recomendados pontos que já estejam sendo ocupados por outras torres para que, posteriormente, seja feito um mapa de calor, considerando o tempo de contato da torre com o percurso.

### 4 Metodologia e Infraestrutura Disponível

Para o melhor entendimento da metodologia e do percurso ao longo do projeto de graduação, foi criado um diagrama, como mostra a Figura 7.

A coleta de janela do jogo, bem como os processos de segmentação e melhoramento de imagem serão feitos utilizando a biblioteca OpenCV<sup>6</sup>. No processo de segmentação da imagem, tanto do caminho e dos locais que já se encontram as defesas, pelo fato do jogo utilizar imagens sintéticas, acredita-se que segmentação por cor seja o suficiente para o entendimento (PEIXOTO, 2017). Para corrigir imperfeições no caminho, a utilização de morfologia matemática será empregada.

O reconhecimento de padrões pode ser feito empiricamente ou fazendo-se uso de um modelo em aprendizado de máquina baseado na experiência de jogadores de longa data, serão identificados os pontos de interesse. Usando observações já realizadas nota-se grande vantagens em algumas posições do caminho. Considerando a área de ataque das torres, curvas, cruzamentos e esquinas são consideradas regiões interessantes pois terão maior tempo para lidar com os atacantes. Pode-se treinar os modelos com jogos de outros humanos.

O mapa de calor será gerado considerando pesos de pontos de interesse, área de contato com o percurso, e alcance da torre de defesa.

A geração da tela de saída será feita utilizando a biblioteca OpenCV, criando uma nova janela com o mapa de calor amostra.

Como mostra a Figura 8, temos uma defesa posicionada na esquina que se encontra no canto inferior direito, sendo este um ponto interessante para o posicionamento das defesas, pois nela teremos 2 caminhos se encontrando.

Em contra partida, na Figura 9 temos uma defesa posicionada na reta, que é um ponto com menor prioridade para o posicionamento de defesas por o tempo de contato com o percurso do atacante é menor. Para o melhor entendimento de lugares interessantes

---

<sup>6</sup><https://opencv.org/>

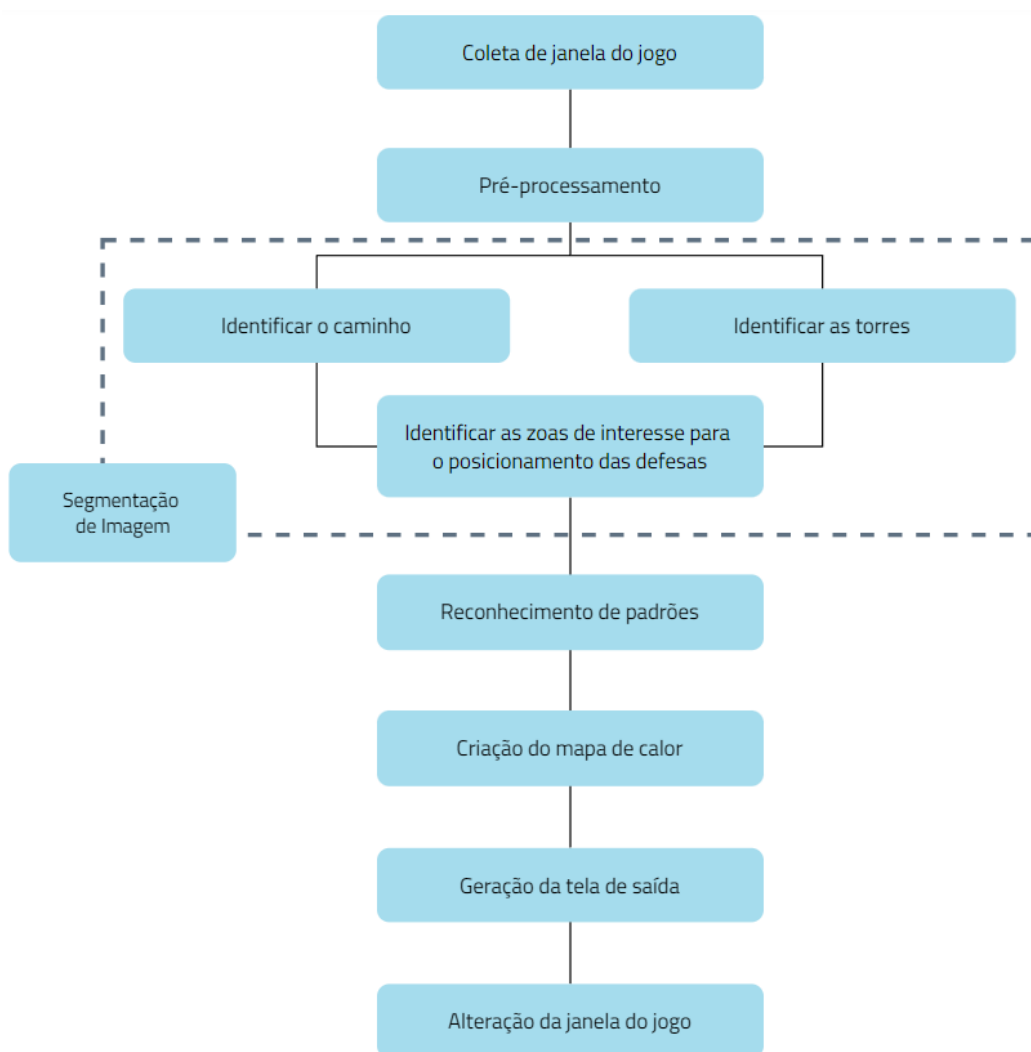


Figura 7: Diagrama do sistema



para posicionamentos, serão estudadas partidas de outros jogadores e partidas próprias. Podemos alterar o método para considerarmos o comprimento do percurso que se encontra dentro do alcance da defesa ou pode ser introduzido *machine learning* para fazer esse entendimento.



Figura 8: Defesa na esquina



Figura 9: Defesa na reta

Será necessário apenas um computador para a realização deste projeto e caso seja usado *deep learning* pode ser necessário a utilização de serviços disponíveis na internet.

No tocante a software será utilizado o Visual Studio Code (VSCode) para edição do código.

## 5 Resultados Esperados

O resultado dessa pesquisa é um software capaz de ler a tela do jogo, entende-la e gerar um mapa de calor sugestivo de posições importante para o estabelecimento de torres ao jogador, de forma a facilitar e criar uma experiencia mais acessível. Como mostrado na Figura 10 o mapa de calor exemplificado aponta em azul a área mais próxima da esquina (nosso ponto de interesse), em amarelo uma distância intermediaria e em vermelho os locais que não são indicados para construção de defesas como, por exemplo, locais nos quais alguma defesa já esteja disposta.



Figura 10: Jogo Bloons TD6 com defesa e exemplo de mapa de calor

## 6 Cronograma

Ao longo dos meses, serão feitas algumas atividade para a conclusão do projeto de graduação, estando elas listas a baixo, junto a Tabela 1:

- Atividade 1 - Revisão bibliográfica *Tower Defense* (5 anos), Segmentação do caminho (Identificação das partes)

- Atividade 2 - Identificação de torre
- Atividade 3 - Estudar jogos gravados - buscando padrões e pontos de interesse que sejam interessantes
- Atividade 4 - Mapa de calor próximo a cruzamentos e curvas
- Atividade 5 - Metodologia/Resultados
- Atividade 6 - Ajustes finais e apresentação do projeto de graduação

Atividade/Mês	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro
Atividade 1	x					
Atividade 2	x	x				
Atividade 3		x	x			
Atividade 4			x	x		
Atividade 5				x	x	
Atividade 6						x

Tabela 1: Cronograma

## Referências

- BALAFAR, Mohd Ali et al. Review of brain MRI image segmentation methods. **Artificial Intelligence Review**, Springer, v. 33, n. 3, p. 261–274, 2010.
- BALLA-ARABÉ, Souleymane; GAO, Xinbo; WANG, Bin. A fast and robust level set method for image segmentation using fuzzy clustering and lattice Boltzmann method. **IEEE transactions on cybernetics**, IEEE, v. 43, n. 3, p. 910–920, 2013.
- BALLARD, D.; BROWN, C. **Computer Vision**. [S.l.]: Prentice Hall, 1982.
- BANIMELHEM, Omar; YAHYA, Yahya Ahmed. Multi-thresholding image segmentation using genetic algorithm. In: THE STEERING COMMITTEE OF THE WORLD CONGRESS IN COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ... PROCEEDINGS of the International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition (IPCV). [S.l.: s.n.], 2011. p. 1.
- BERRI, Rafael Alceste et al. Sistema de visão computacional para detecção do uso de telefones celulares ao dirigir. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014.
- BORA, Dibya Jyoti; GUPTA, Anil Kumar; KHAN, Fayaz Ahmad. Comparing the performance of  $L^* A^* B^*$  and HSV color spaces with respect to color image segmentation. **arXiv preprint arXiv:1506.01472**, 2015.
- DEY, Jayashree; PRAVEEN, N. Moving object detection using genetic algorithm for traffic surveillance. In: IEEE. 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT). [S.l.: s.n.], 2016. p. 2289–2293.

- FORD, Adrian; ROBERTS, Alan. Colour space conversions. **Westminster University, London**, v. 1998, p. 1–31, 1998.
- GALLAGHER, Marcus; RYAN, Amanda. Learning to play Pac-Man: An evolutionary, rule-based approach. In: IEEE. THE 2003 Congress on Evolutionary Computation, 2003. CEC'03. [S.l.: s.n.], 2003. v. 4, p. 2462–2469.
- GONZALEZ, Rafael C; WOODS 3RD, RE. Edition. **Digital Image Processing. Upper Saddle River, USA: Prentice Hall**, 2008.
- HARALICK, Robert M; STERNBERG, Stanley R; ZHUANG, Xinhua. Image analysis using mathematical morphology. **IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence**, IEEE, n. 4, p. 532–550, 1987.
- JÄHNE, Bernd; HAUSSECKER, Horst; GEISSLER, Peter. **Handbook of computer vision and applications**. [S.l.]: Citeseer, 1999. v. 2.
- MELNIK, Andrew et al. Modularization of end-to-end learning: Case study in arcade games. **arXiv preprint arXiv:1901.09895**, 2019.
- PEIXOTO, Guilherme Garcia Schu. Segmentação de imagens coloridas por árvores bayesianas adaptativas, 2017.
- ROCHA, João Carlos. Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB e CMY. **Revista Belas Artes**, v. 3, n. 2, 2010.
- SAHOO, Prasanna K; SOLTANI, SAKC; WONG, Andrew KC. A survey of thresholding techniques. **Computer vision, graphics, and image processing**, Elsevier, v. 41, n. 2, p. 233–260, 1988.
- SHAFAEI, Alireza; LITTLE, James J; SCHMIDT, Mark. Play and learn: Using video games to train computer vision models. **arXiv preprint arXiv:1608.01745**, 2016.
- SHAIK, Khamar Basha et al. Comparative study of skin color detection and segmentation in HSV and YCbCr color space. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 57, p. 41–48, 2015.
- TAYLOR, Matthew E et al. Reinforcement learning agents providing advice in complex video games. **Connection Science**, Taylor & Francis, v. 26, n. 1, p. 45–63, 2014.
- TKALCIC, Marko; TASIC, Jurij F. **Colour spaces: perceptual, historical and applicational background**. [S.l.]: IEEE, 2003. v. 1.
- XAVIER, Aldenize Ruela et al. Caracterização de fraturas em imagens de amplitude acústica utilizando morfologia matemática. Universidade Federal do Pará, 2013.