

Relatório — Descritores de Forma: Robustez e Capacidade Discriminativa

Disciplina: Visão Computacional — Engenharia de Computação (IFCE, 2025.2)

Professor: Nivando Bezerra

Dataset: Kimia 99 (99 silhuetas em 9 classes, 11 amostras por classe)

1. Introdução

Este experimento investiga descritores de forma aplicados a silhuetas 2D, com foco em duas propriedades fundamentais: (i) robustez (invariância) a transformações geométricas, como rotação e escala; e (ii) capacidade discriminativa entre classes distintas. Utilizamos o dataset **Kimia 99**, composto por 99 formas binárias distribuídas em 9 classes (11 amostras por classe). Os descritores calculados incluem excentricidade, circularidade, compacidade, razão perímetro/área, solidez, alongamento, extent e número de cantos (Harris), entre outros.

2. Parte 1 — Robustez dos Descritores

2.1 Distâncias Médias (μD^t)

Transformação	Distância Média (μD^t)
Rotação 45°	2.674
Rotação 90°	1.181
Rotação 180°	0.010
Escala 50%	10.953

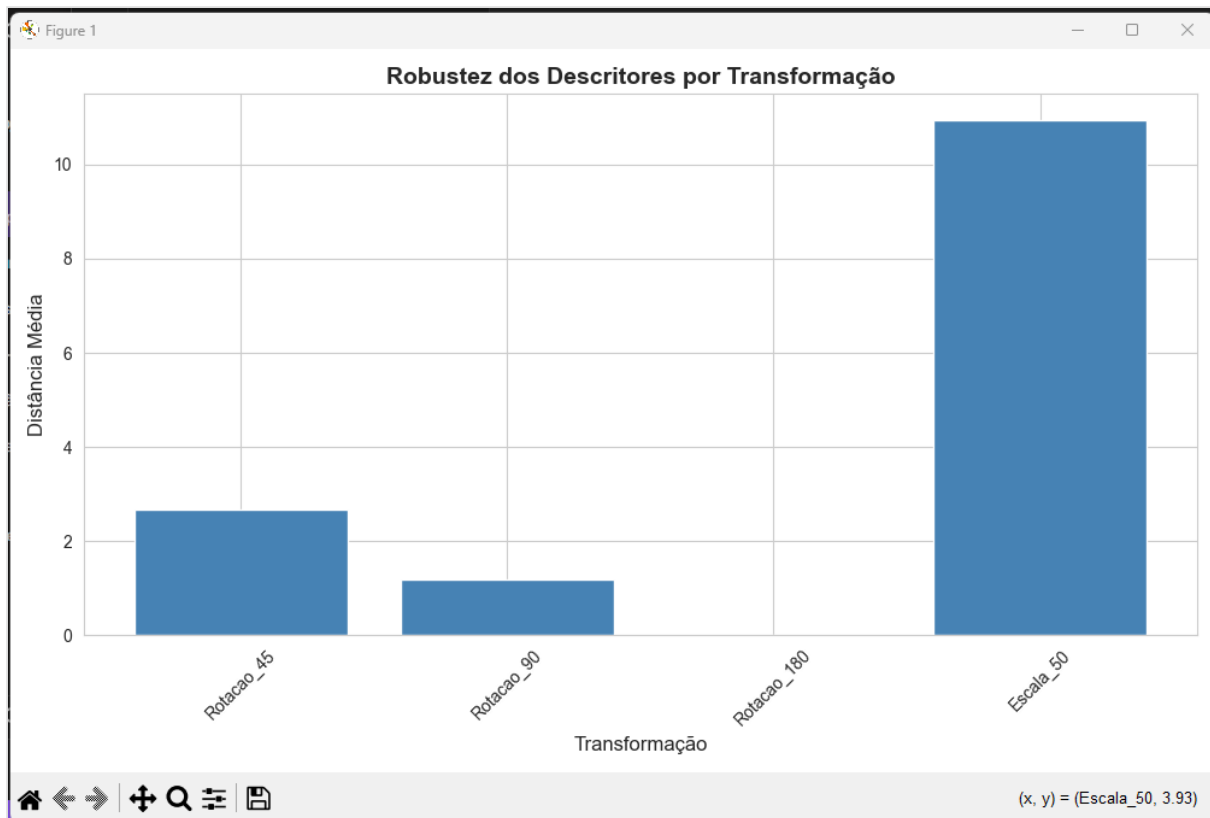


Figura 1 — Distância média dos vetores de descritores entre imagem original e versões transformadas.

2.2 Discussão

- Os descritores mostraram **alta invariância à rotação**. Em particular, a rotação de 180° praticamente não alterou os valores ($\Delta D^t \approx 0.01$).
- A **rotação de 45°** ainda preserva os descritores com erro moderado (2.674), e a **rotação de 90°** apresenta variação pequena (1.181).
- A **escala (50%)** causou a maior variação (10.953), evidenciando que métricas como perímetro/área, compacidade e extent dependem diretamente do tamanho.
- Descritores como *circularidade*, *solidez* e *excentricidade* tendem a ser mais estáveis à rotação; já a escala requer normalizações ou o uso de descritores invariantes (ex.: Momentos de Hu, descritores de Fourier).

3. Parte 2 — Capacidade Discriminativa

3.1 Justificativa do Par de Descritores

Selecionamos **Circularidade** ($4\pi A/P^2$) e **Alongamento** (razão w/h da bounding box) por fornecerem uma visão complementar: circularidade mede a proximidade de formas circulares, enquanto alongamento diferencia formas horizontais/verticais de formas mais arredondadas.

3.2 Dispersão 2D das 9 Classes

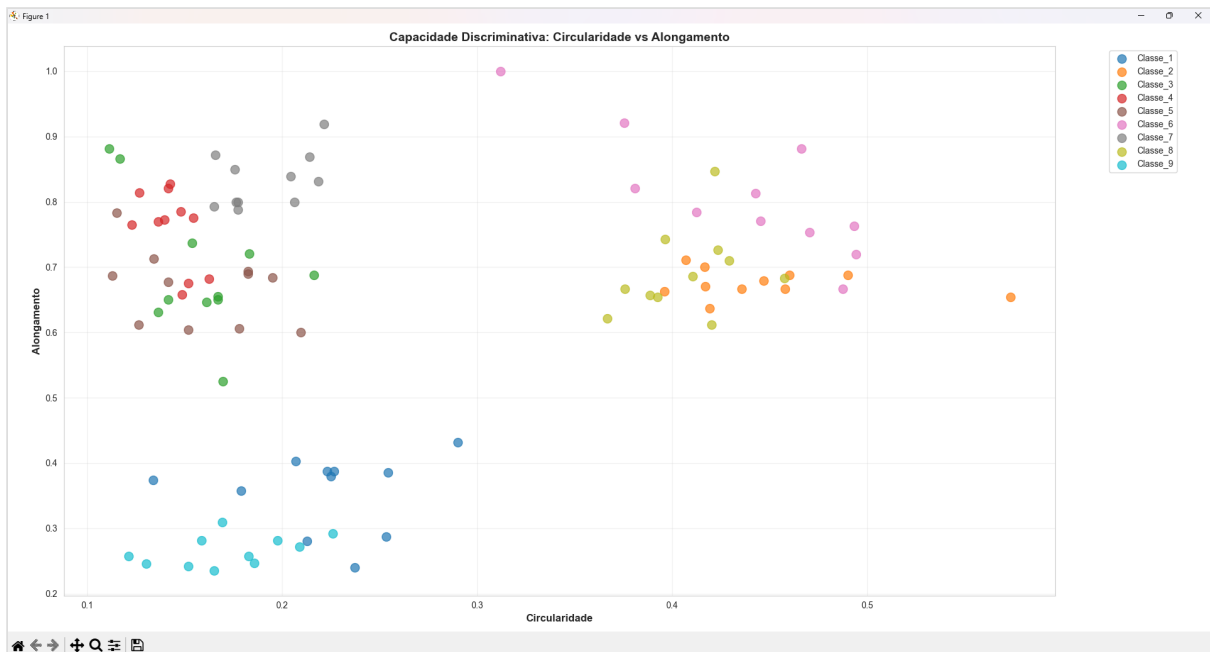


Figura 2 — Dispersão de 99 amostras no espaço Circularidade × Alongamento (cores indicam classes).

3.3 Análise da Distância Extra-Classe

As distâncias euclidianas entre centróides de classes evidenciaram pares com *maior separação* e *maior sobreposição*:

- **Bem separadas** (distâncias maiores): Classe 6 ↔ Classe 9 (0.603), Classe 1 ↔ Classe 6 (0.500), Classe 7 ↔ Classe 9 (0.568).
- **Mais próximas/misturadas**: Classe 2 ↔ Classe 8 (0.043), Classe 3 ↔ Classe 5 (0.027), Classe 4 ↔ Classe 7 (0.088).

Visualmente, classes com formas de *proporções e convexidade similares* tendem a se agrupar na mesma região do plano Circularidade × Alongamento. A combinação de ambos os descritores separa bem formas *circulares vs. alongadas*, mas tem limitações para distinguir classes com *geometrias de borda* semelhantes. O uso de descritores adicionais (Momentos de Hu, Fourier, número de reentrâncias, etc.) tende a aumentar a separabilidade.

4. Conclusão

- Descritores geométricos básicos mostraram-se **robustos à rotação**, com variação mínima especialmente em 180°.
- A **escala** impacta fortemente valores que dependem de medidas absolutas, ressaltando a necessidade de *normalização* ou de descritores invariantes.
- O par **Circularidade × Alongamento** foi efetivo para diferenciar classes com *topologias distintas*, mas **limitado** para classes com proporções semelhantes.
- Para melhorar a classificação, recomenda-se combinar múltiplos descritores e técnicas invariantes a escala.