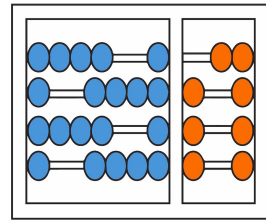




UNICAMP



Análise de Representatividade de Imagens para Descrição de Eventos

Aluna: Caroline Mazini Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Zanoni Dias

Coorientador: Prof. Dr. Anderson Rocha



Introdução

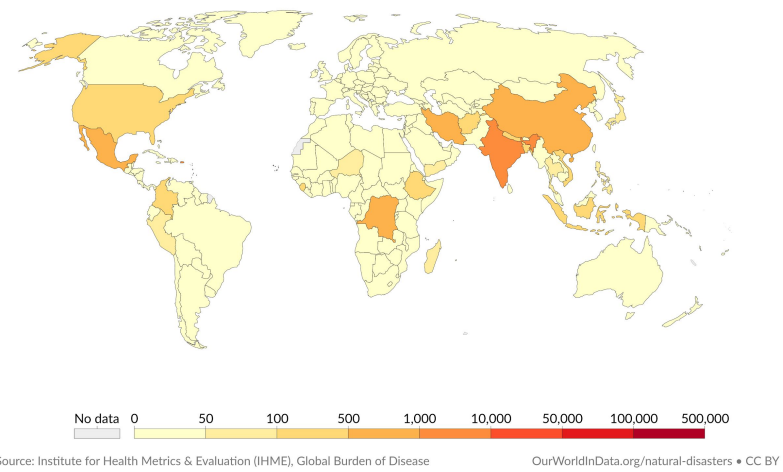
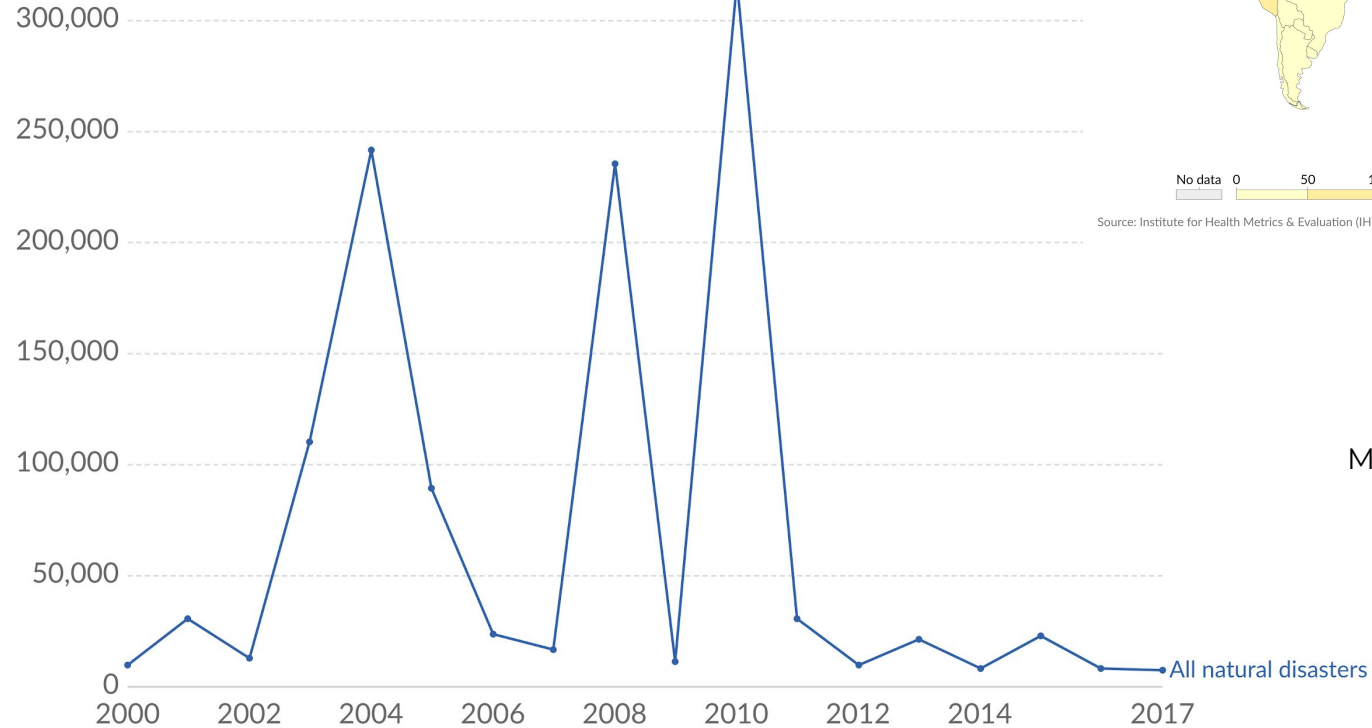
Introdução

Diferentes **eventos** ocorrem ao redor do mundo



Introdução

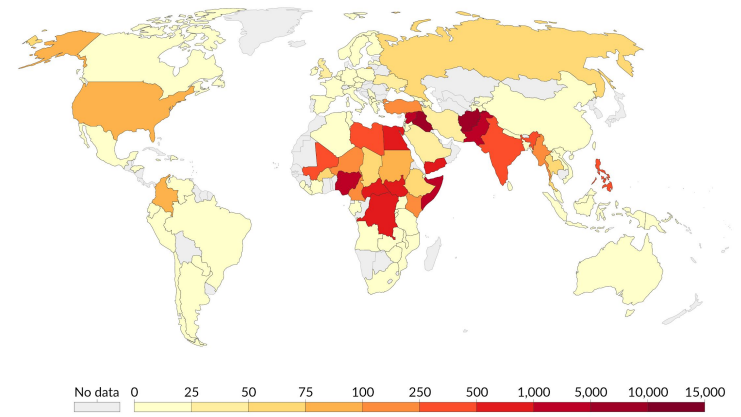
Como **catástrofes** naturais



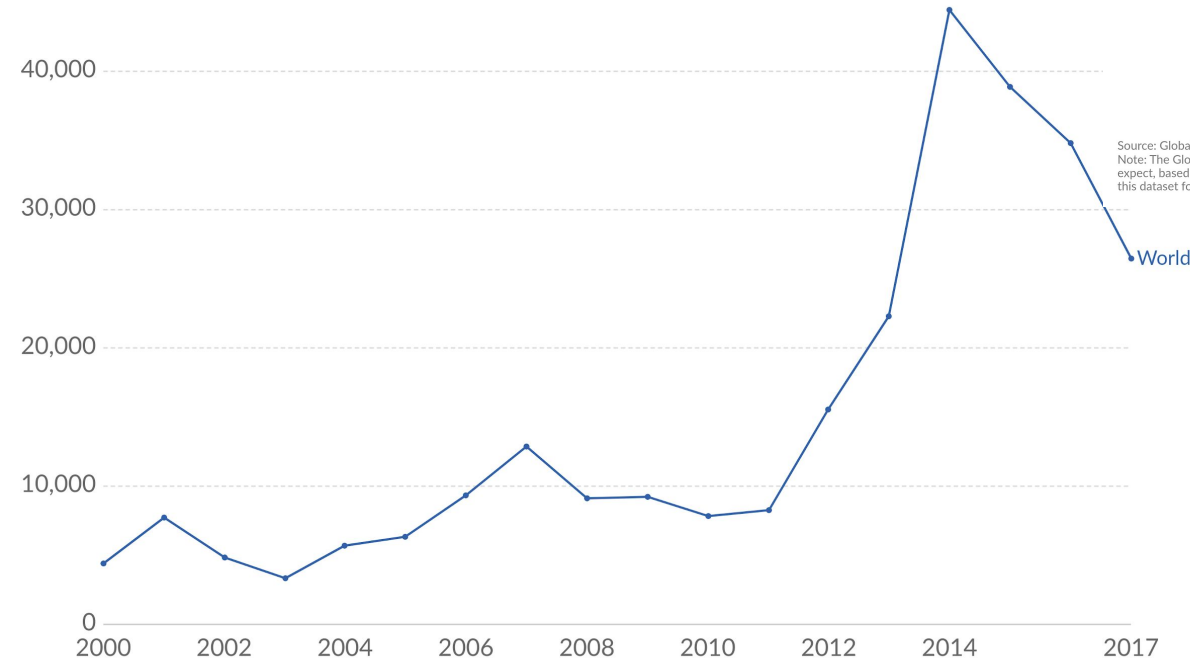
Mais de 1.208.360 mortes

Introdução

Ataques terroristas



Source: Global Terrorism Database (2018) OurWorldInData.org/terrorism/ • CC BY
Note: The Global Terrorism Database is the most comprehensive dataset on terrorist attacks available and recent data is complete. However, we expect, based on our analysis, that longer-term data is incomplete (with the exception of the US and Europe). We therefore do not recommend this dataset for the inference of long-term trends in the prevalence of terrorism globally.

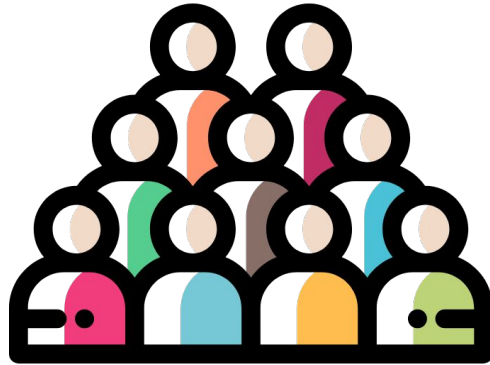
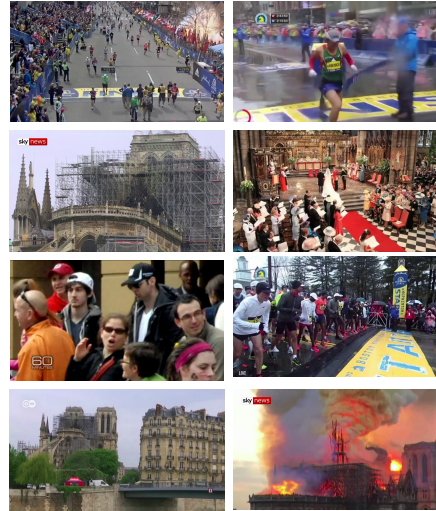


Mais de 271.460 mortes

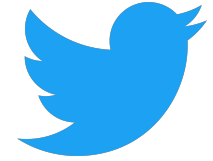
Source: Global Terrorism Database (2018) OurWorldInData.org/terrorism/ • CC BY
Note: The Global Terrorism Database is the most comprehensive dataset on terrorist attacks available and recent data is complete. However, we expect, based on our analysis, that longer-term data is incomplete (with the exception of the US and Europe). We therefore do not recommend this dataset for the inference of long-term trends in the prevalence of terrorism globally.

Introdução

Pessoas testemunham
esses **eventos**



Elas **coletam** e **compartilham**
conteúdos de mídia
relacionados aos **eventos**



Introdução



Total de <i>tweets</i>	7.888.374
Total de usuários	3.677.531
<i>Retweets</i>	4.464.201
Respostas	260.627
Hora das explosões	Seg. 15 Abril 18:50:00 2013
Hora do primeiro <i>tweet</i>	Seg. 15 Abril 18:53:47 2013
Hora da primeira imagem de explosão	Seg. 15 Abril 18:54:06 2013

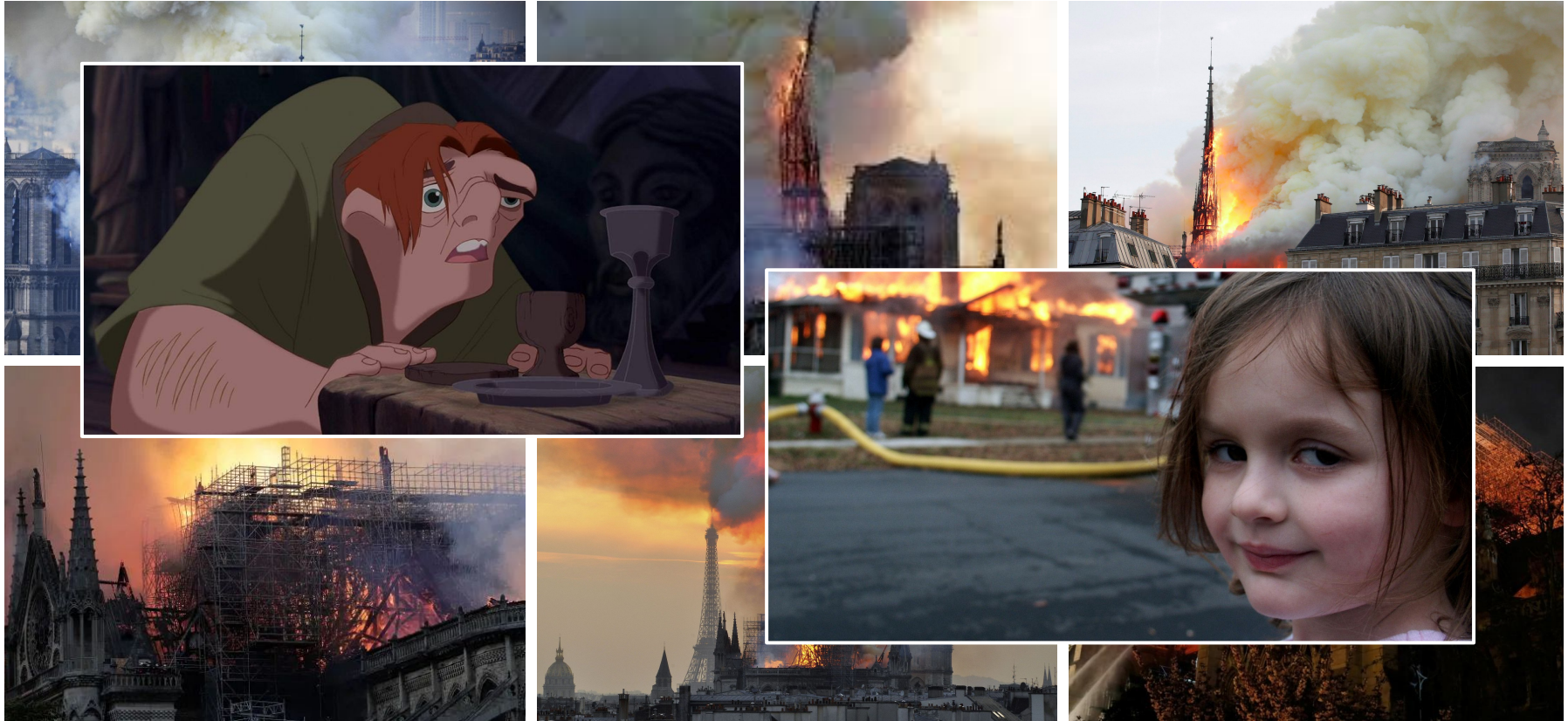
Introdução

Utilizar esses **dados** pode auxiliar no entendimento de **eventos**



Introdução

... mas nem sempre o que recuperamos é **útil** para **entender** um **evento**



Introdução



29% - informações falsas ou rumores

51% - comentários e opiniões genéricas

20% - informações úteis

Total de *tweets*

Total de usuários

Retweets

Respostas

Hora das explosões

Hora do primeiro *tweet*

Hora da primeira imagem de explosão

7.888.374

3.677.531

4.464.201

260.627

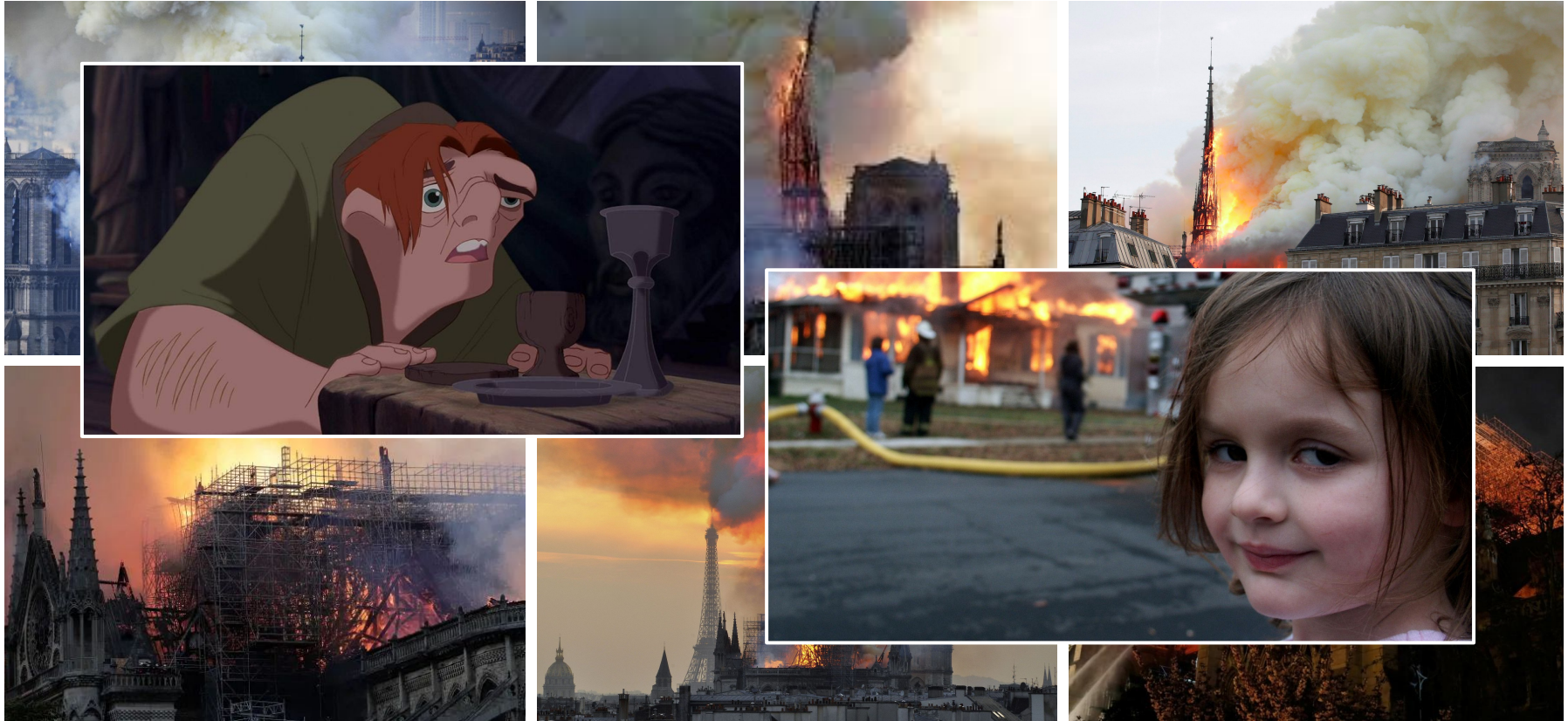
Seg. 15 Abril 18:50:00 2013

Seg. 15 Abril 18:53:47 2013

Seg. 15 Abril 18:54:06 2013

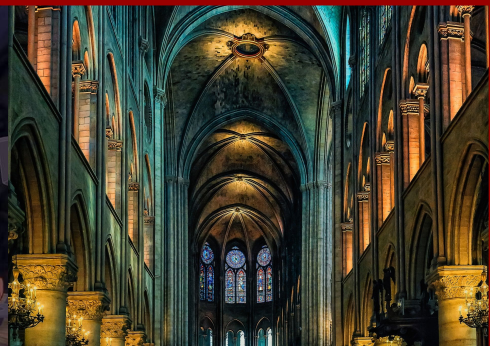
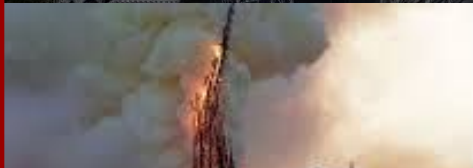
Introdução

Como separar o que é **útil** para **entender** um **evento**?



Dado um **evento**...





... como separar automaticamente **imagens**
Representativas de imagens Não-representativas?

Introdução

Como determinar **Representatividade**?

Representação de Imagens

Recuperação de Imagens

Conhecimento do **Domínio**



Maratona de Boston de 2013



Maratona de Boston de 2018

Introdução

Como determinar **Representatividade**?

Representação de Imagens

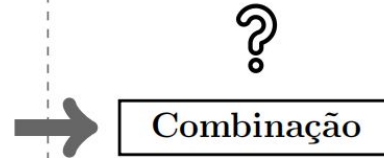
a



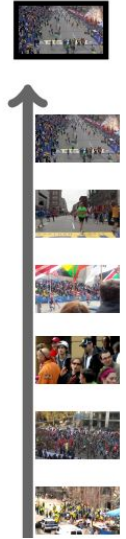
b



c



d



Desafios

D1: Dificuldade em encontrar **conjuntos de dados** específicos para a **avaliação** dos modelos nessa tarefa

D2: Em um **cenário real**, não termos **dados anotados** em grande quantidade

D3: Cada **componente contribui** em quantidades diferentes dependendo do **evento** de interesse

Hipóteses

H1: É possível realizar uma melhor separação de imagens **Representativas** e **Não-Representativas** para um evento quando as decomposmos em **componentes representativos**

H2: É possível aprender um **espaço** de **combinação** de características de **componentes** (manifold) com pequenos conjuntos de treinamento de forma a melhorar a separação de imagens **Representativas** e **Não-Representativas**

Contribuições

C1: Coleta e anotação de três **conjuntos de dados**

C2: Método para representação de imagens **Espaço Semântico de Evento**

C3: Método para representação de imagens **Espaço Combinado de Evento**



Conjunto de Dados

Wedding



Casamento real do príncipe William e Catherine Middleton

Ocorrido no dia 29 de abril de 2011
Abadia de Westminster, Londres,
Reino Unido

EVENTEMENT
LE FIGARO.fr

DIRECT



Wedding: Não-Representativas

Muito Próximas

2.272



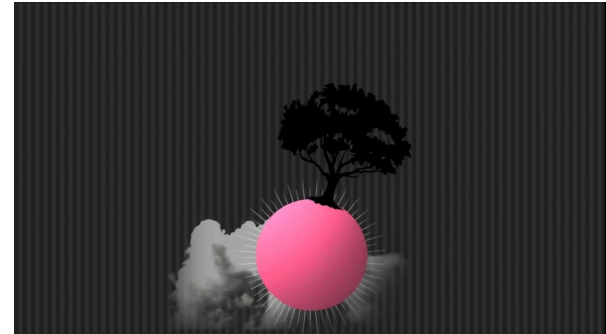
Próximas

16.165



Distantes

13.157



Total: 31.594

Fire



Incêndio da Catedral de Notre Dame, Paris, França

Começou em 15 de abril de 2019
Catedral teve o pináculo e a maior parte do telhado destruídos



Fire: Não-Representativas

Muito Próximas

182



Próximas

20.619



Distantes

23.306



Total: 44.107

Bombing



Detonação de duas **bombas** na **Maratona de Boston**, Estados Unidos

Ocorreu em 15 de abril de 2013
As explosões resultaram em três mortes e aproximadamente 264 feridos

abc NEWS
#NIGHTLINE



Bombing: Não-Representativas

Muito Próximas

1.669



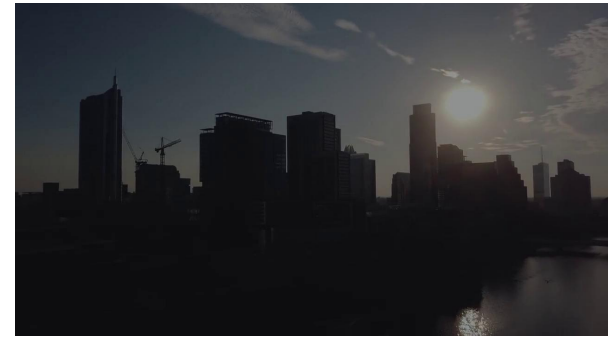
Próximas

14.430



Distantes

29.125



Total: 45.224

Conjunto de Dados

Conjunto de dados	Categoria da imagem		Total
	Representativa	Não-representativa	
<i>Wedding</i>	439	31.594	32.033
<i>Fire</i>	973	44.107	45.080
<i>Bombing</i>	3.182	45.224	48.406



Espaço Semântico de Evento

Espaço Semântico de Evento (ESS)

Métodos tradicionais de **similaridade**
não são suficientes

Espaço Semântico de Evento (ESS)

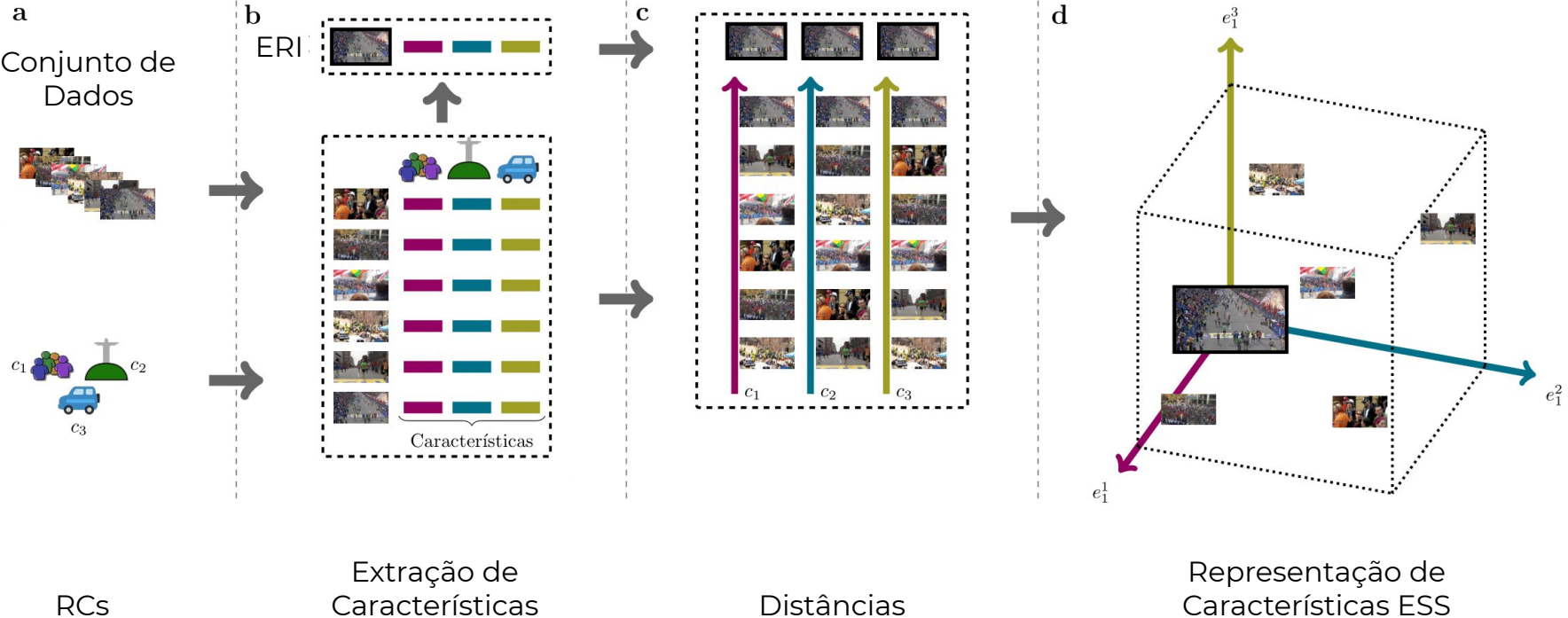


Hipóteses

H1: É possível realizar uma melhor separação de imagens **Representativas** e **Não-Representativas** para um evento quando as decomposmos em **componentes representativos**

H2: É possível aprender um **espaço** de **combinação** de características de **componentes** (manifold) com pequenos conjuntos de treinamento de forma a melhorar a separação de imagens **Representativas** e **Não-Representativas**

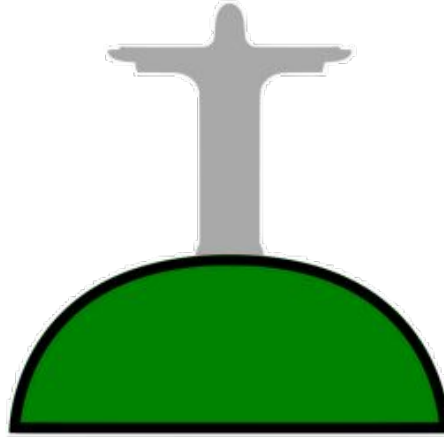
Espaço Semântico de Evento (ESS)



Componentes Representativos (RCs)



Pessoas

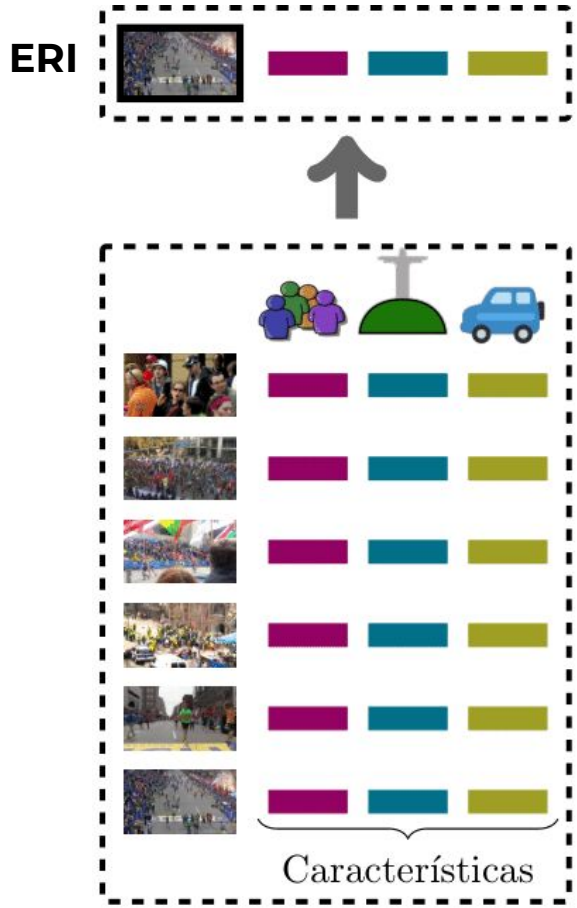


Lugares



Objetos

Extração de Características



Imagens Representativas de Evento podem ser selecionadas do conjunto de dados



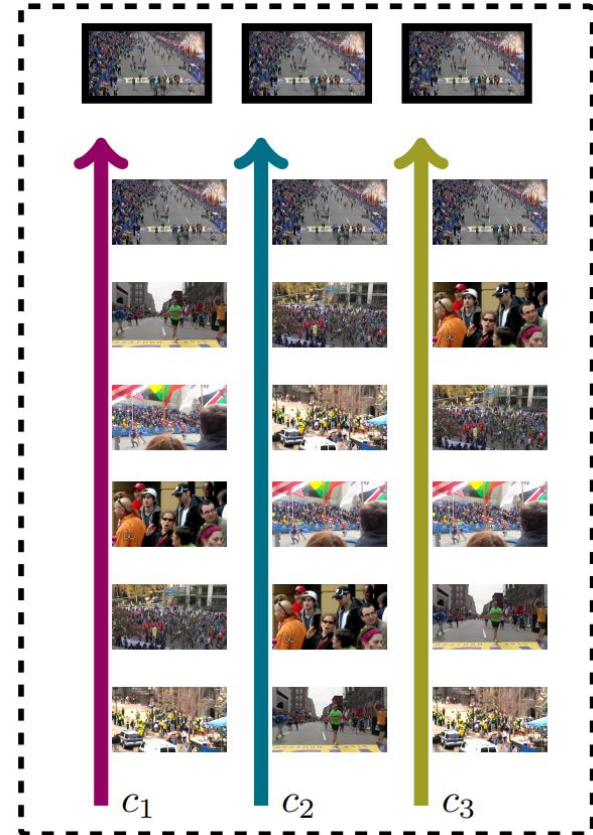
Alta Representatividade

Imagens são descritas de acordo com cada **RC**

Distâncias

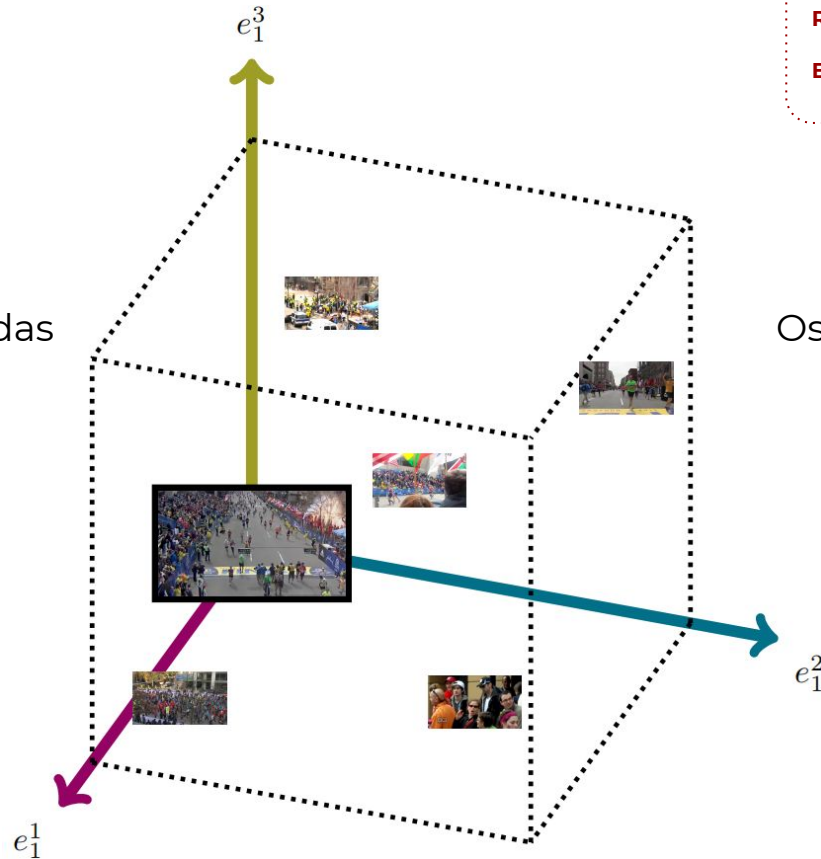
Distâncias são calculadas para **cada imagem** do conjunto considerando as **ERI** escolhidas

ERI - Imagem Representativa do Evento



Representação de Características ESS

As **coordenadas** são obtidas a partir das **distâncias**



RC - Componente Representativo

ERI - Imagem Representativa do Evento

Os **eixos** são a combinação de um **RC** e uma **ERI**

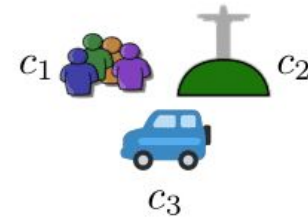
Exemplo ESS

Seis imagens no conjunto de dados













Conjunto de Dados

Três Componentes Representativos





RCs

Exemplo ESS










															
	1.3	3.2	0.9	2.1	1.5	0.1	2.7	1.8	0.7	2.2	6.1	2.7	4.3	2.0	0.2
	0.2	1.0	0.8	1.7	1.3	0.9	1.5	9.8	3.5	3.1	2.3	1.8	2.6	4.1	1.3
	1.4	5.1	2.3	1.9	2.7	1.3	2.6	1.9	1.6	1.2	5.1	1.5	3.2	1.0	0.9
	2.1	3.8	0.4	1.1	1.6	0.3	5.5	4.3	2.6	1.7	1.9	2.8	2.1	1.5	2.6
	0.0	1.5	3.6	2.7	0.1	8.1	1.3	2.7	1.9	2.3	3.4	2.1	5.6	3.2	4.3
	3.7	0.3	0.5	1.2	2.4	2.1	6.7	2.9	0.9	1.4	5.8	1.7	2.6	3.1	4.2
	 Características														

Exemplo ESS

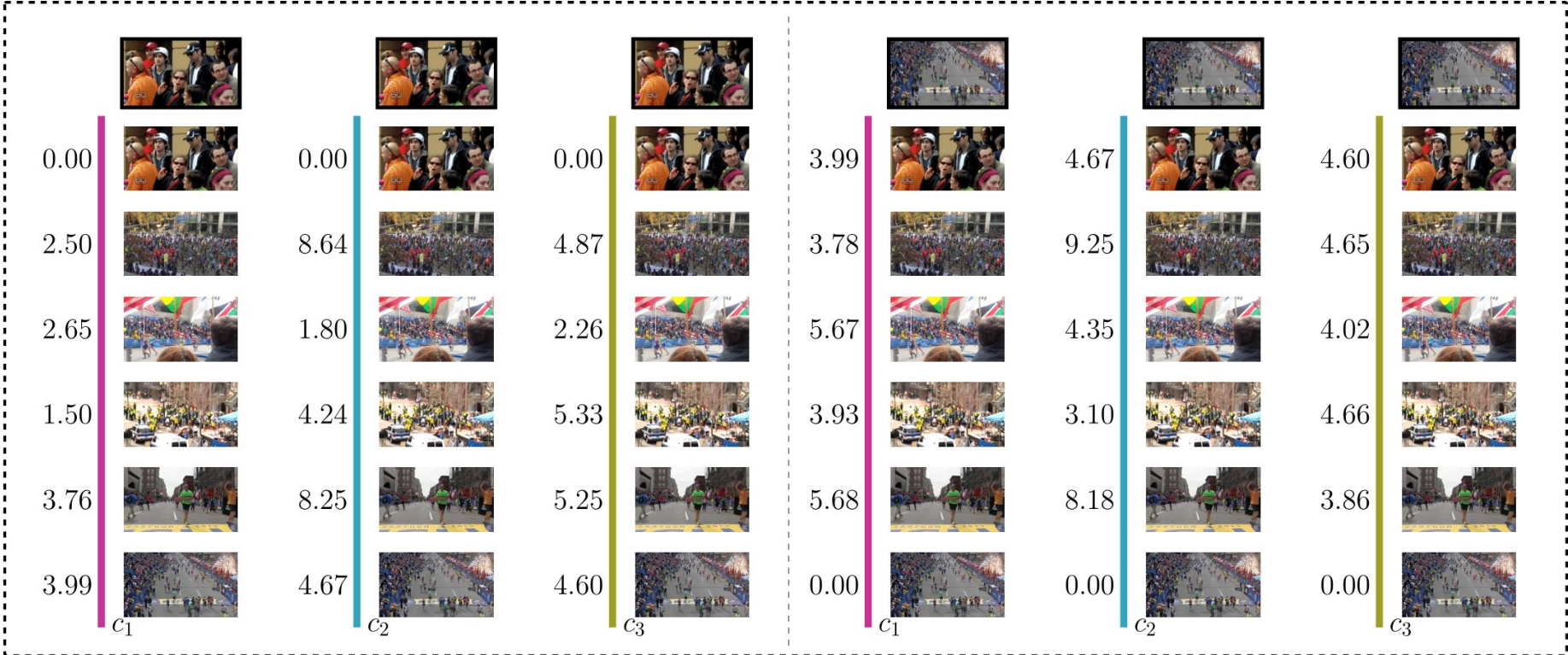
ERIs

	3.7	0.3	0.5	1.2	2.4	2.1	6.7	2.9	0.9	1.4	5.8	1.7	2.6	3.1	4.2
	1.3	3.2	0.9	2.1	1.5	0.1	2.7	1.8	0.7	2.2	6.1	2.7	4.3	2.0	0.2

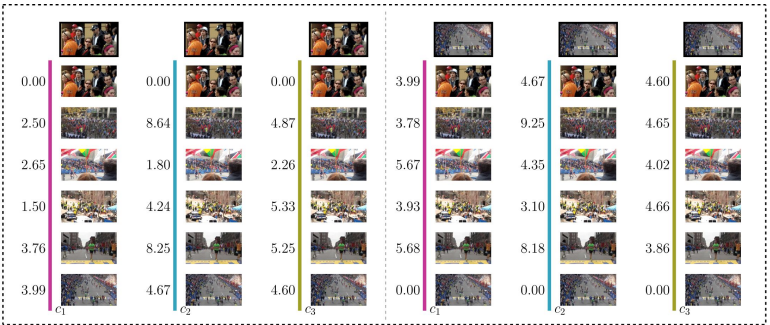


															
	1.3	3.2	0.9	2.1	1.5	0.1	2.7	1.8	0.7	2.2	6.1	2.7	4.3	2.0	0.2
	0.2	1.0	0.8	1.7	1.3	0.9	1.5	9.8	3.5	3.1	2.3	1.8	2.6	4.1	1.3
	1.4	5.1	2.3	1.9	2.7	1.3	2.6	1.9	1.6	1.2	5.1	1.5	3.2	1.0	0.9
	2.1	3.8	0.4	1.1	1.6	0.3	5.5	4.3	2.6	1.7	1.9	2.8	2.1	1.5	2.6
	0.0	1.5	3.6	2.7	0.1	8.1	1.3	2.7	1.9	2.3	3.4	2.1	5.6	3.2	4.3
	3.7	0.3	0.5	1.2	2.4	2.1	6.7	2.9	0.9	1.4	5.8	1.7	2.6	3.1	4.2
	Características														

Exemplo ESS



Exemplo ESS



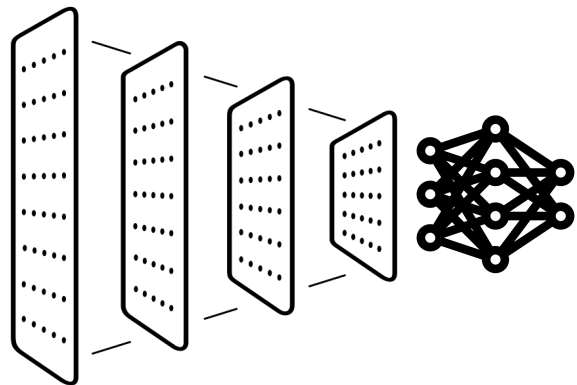
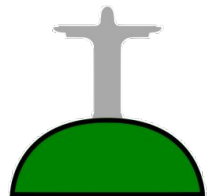
As **distâncias** tornam-se **atributos** da representação





Experimentos e Resultados

Extratores de Características









Características extraídas da camada anterior à **Softmax**

PCB
Market-1501

VGG / Inception-ResNet
Places365 / Imagenet

Inception-ResNet
Imagenet

Métodos Comparados

Places	
Objects	
People	
Concatenated	Early Fusion 
Aggregated	Late Fusion (CombSum) 
ESS	

Métodos Comparados

Vetores de Características	Dimensões
Places	5.632
Objects	1.536
People	12.288
Concatenated	19.456
Aggregated	5.632/1.536/12.288
ESS	60

Recuperação de Imagens Representativas

Places

Objects

People

Concatenated

Aggregated

ESS

Recuperação utilizando
20 ERIs como consultas
(100 execuções)

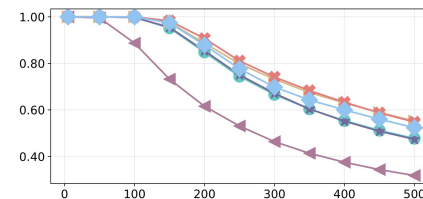
ERI - Imagem Representativa do Evento



Distância Euclidiana

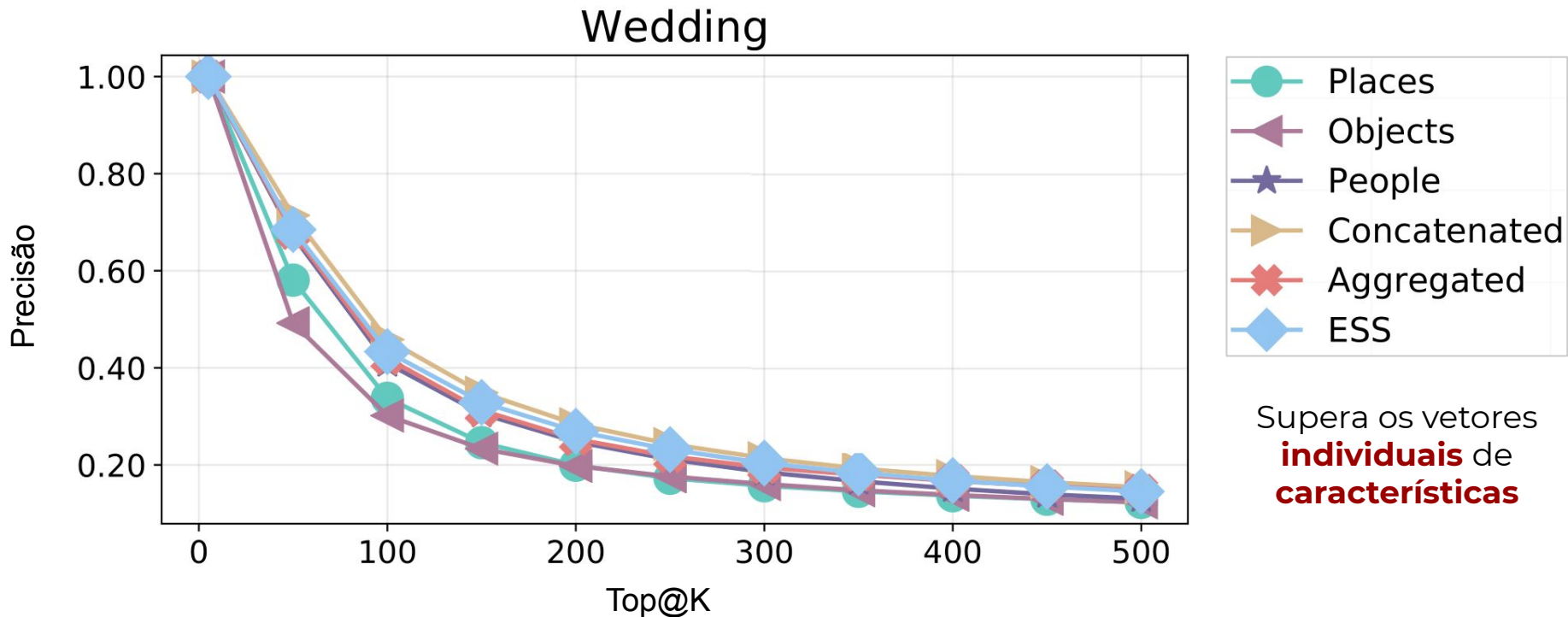
CombMin para agregar os
20 rankings

Precisão em **Revocação**
Top@K **5, 100, 200, 300,**
400, 500



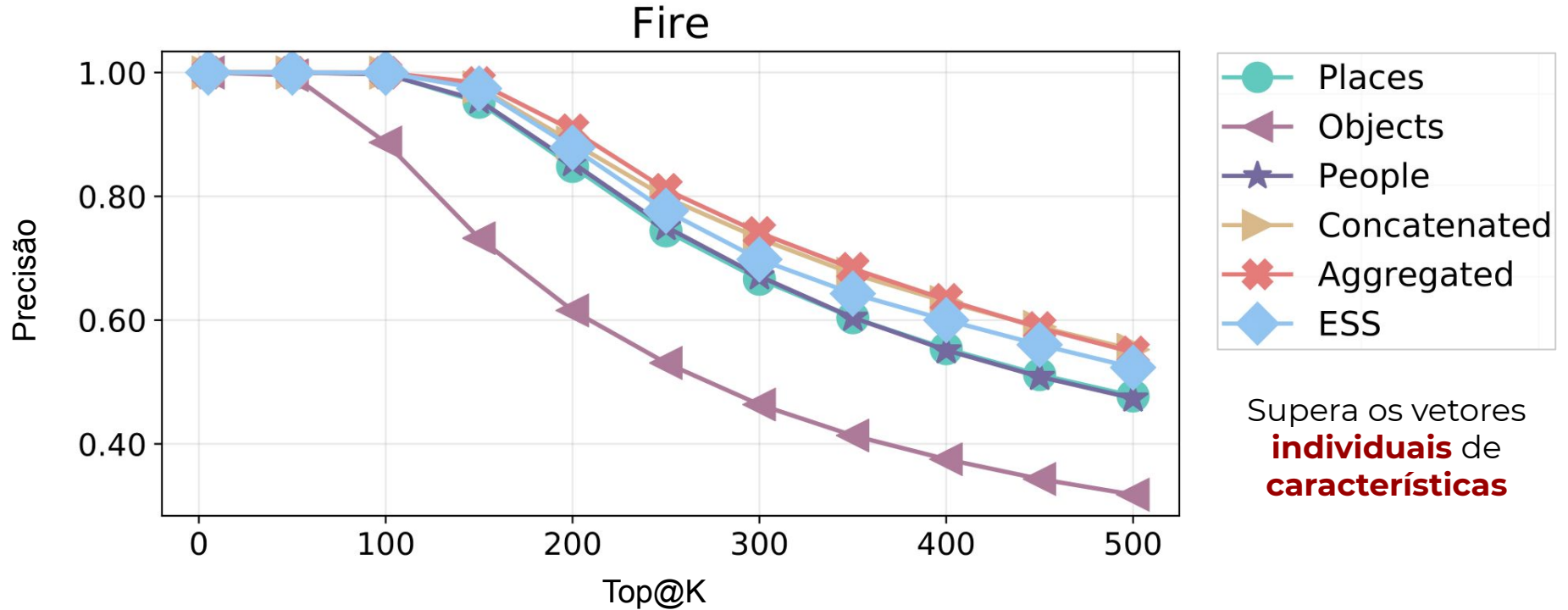
Recuperação de Imagens Representativas

ESS é similar às características **Concatenated** e **Aggregated**



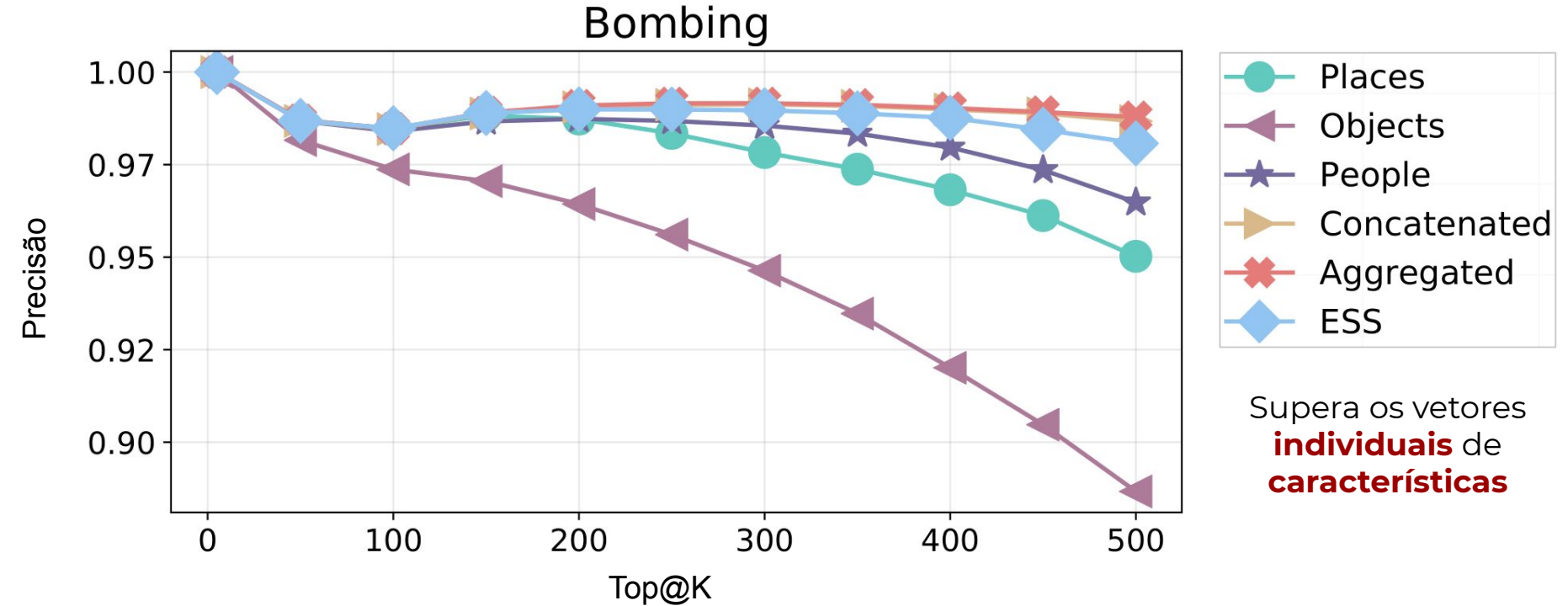
Recuperação de Imagens Representativas

ESS é similar às características **Concatenated** e **Aggregated**



Recuperação de Imagens Representativas

ESS é similar às características **Concatenated** e **Aggregated**





Discussões

Discussões

Selecionar imagens **Representativas** e **analisar eventos** são **tarefas complexas**

Métodos de representação convencionais não foram suficientes para recuperar a maioria das imagens **Representativas**

Nós apresentamos um método de **representação semântica de imagem** com **dimensionalidade reduzida**

Vetores de Características	Dimensões
Places	5.632
Objects	1.536
People	12.288
Concatenated	19.456
Aggregated	5.632/1.536/12.288
ESS	60

Discussões

Nosso método procura **capturar a semântica** de eventos como uma **meta-representação**

A **decomposição** em **Componentes Representativos** e a composição do ESS como uma **representação explícita de baixa dimensionalidade** pode indicar componentes que **mais contribuíram** para a análise do evento

Precisamos entender como a **combinação** desses **componentes** pode ser melhorada



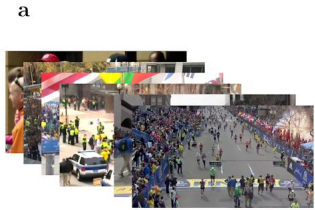
Espaço Combinado de Evento

Hipóteses

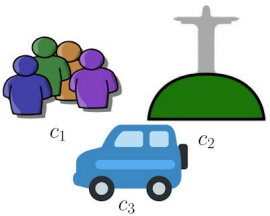
H1: É possível realizar uma melhor separação de imagens **Representativas** e **Não-Representativas** para um evento quando as decomposmos em **componentes representativos**

H2: É possível aprender um **espaço** de **combinação** de características de **componentes** (manifold) com pequenos conjuntos de treinamento de forma a melhorar a separação de imagens **Representativas** e **Não-Representativas**

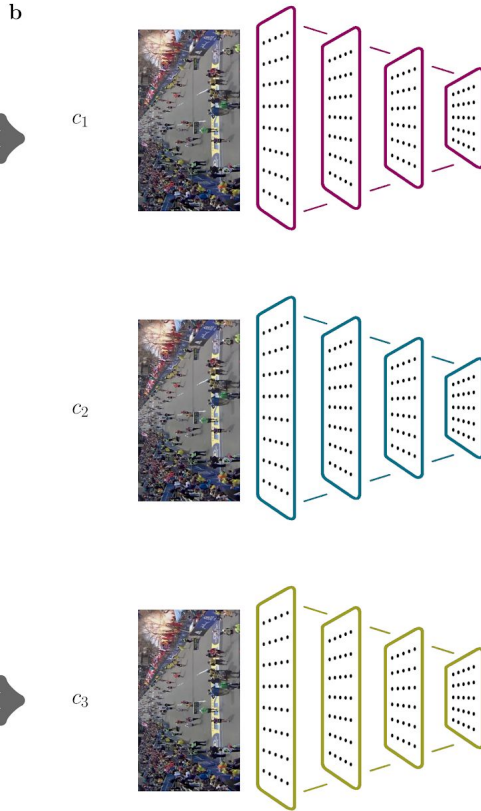
Espaço Combinado de Evento (ECS)



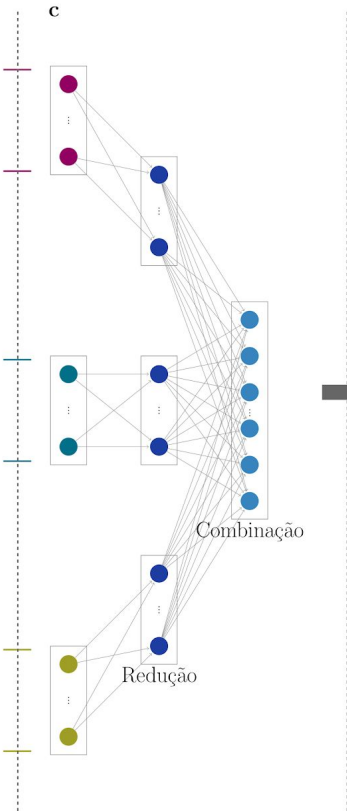
Conjunto de Dados



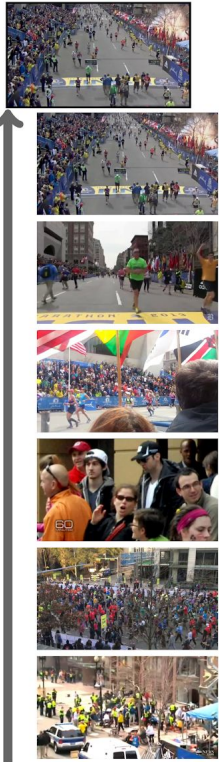
RCs



Extração de Características



Combinação de Componentes

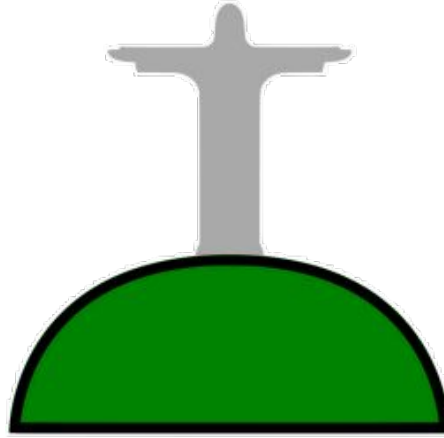


Recuperação por Representatividade

Componentes Representativos (RCs)



Pessoas



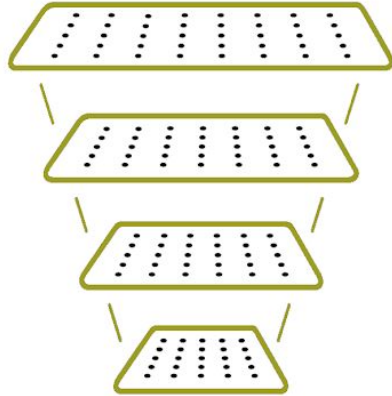
Lugares



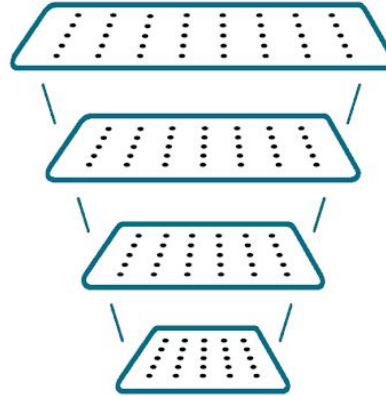
Objetos

Extração de Características

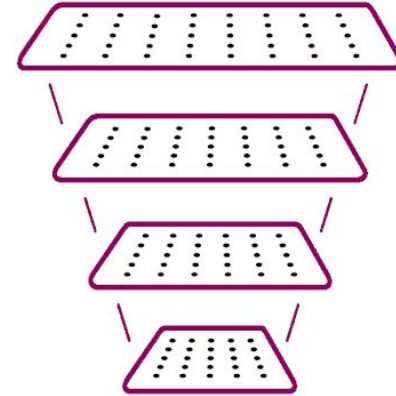
c_1



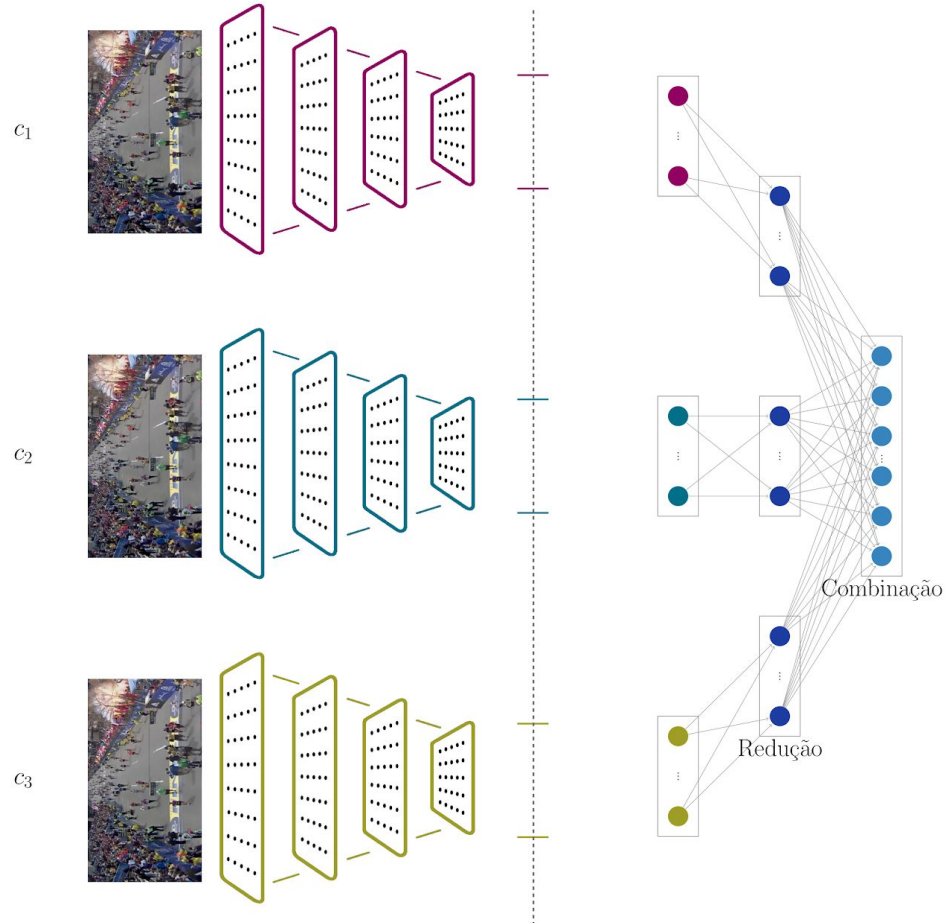
c_2



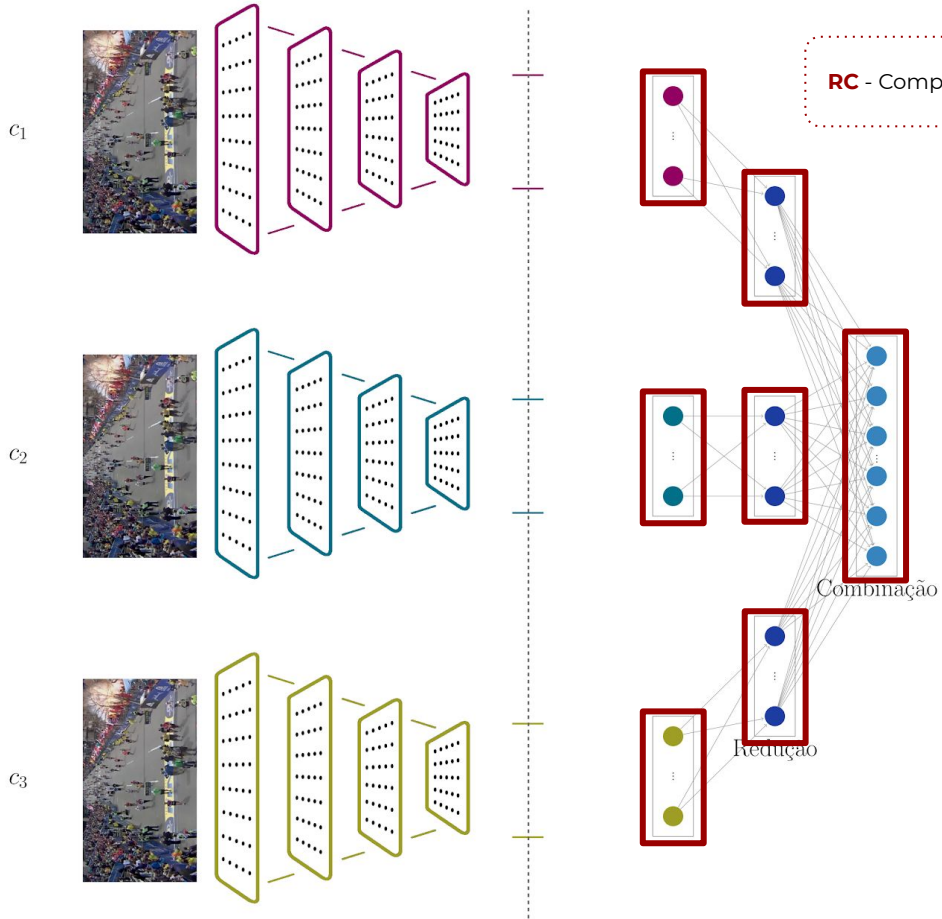
c_3



Combinação de Componentes



Combinação de Componentes

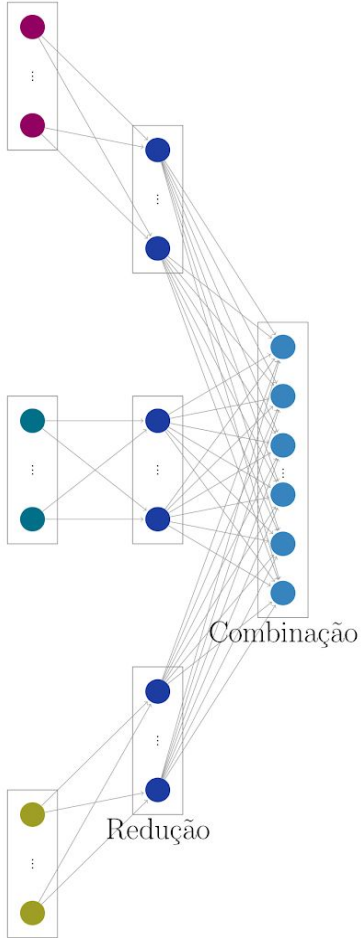


Entradas
paralelas por **RCs**

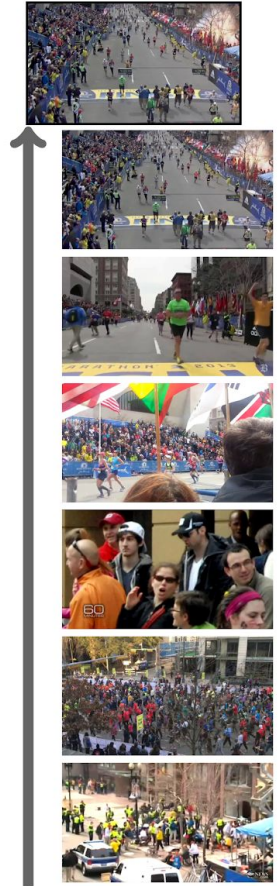
Redução
reduzir representações para
mesma **dimensionalidade**

Combinação
combinar as representações de
RCs em uma **única**

Recuperação por Representatividade



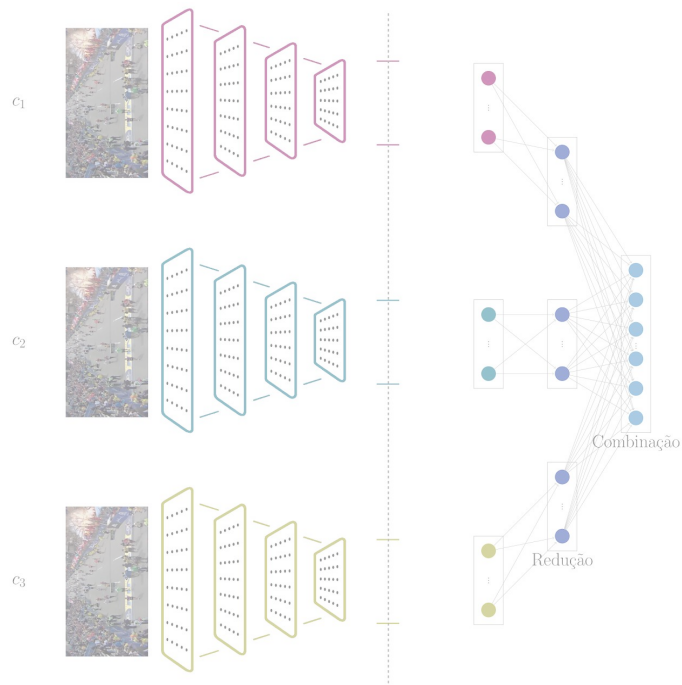
Características obtidas pela **combinação** são utilizadas para a **recuperação**



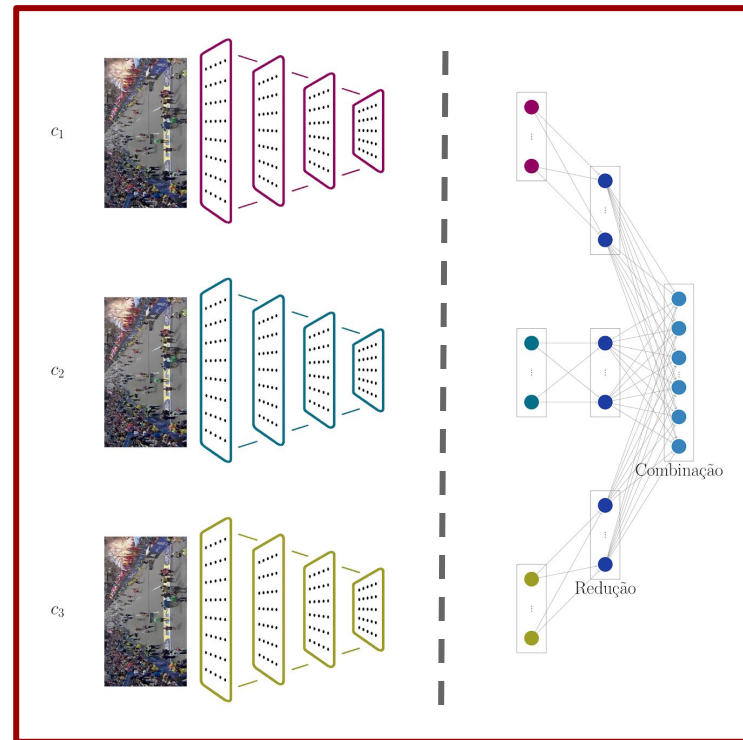
Aprendizado de *Manifold*

Aprendizado

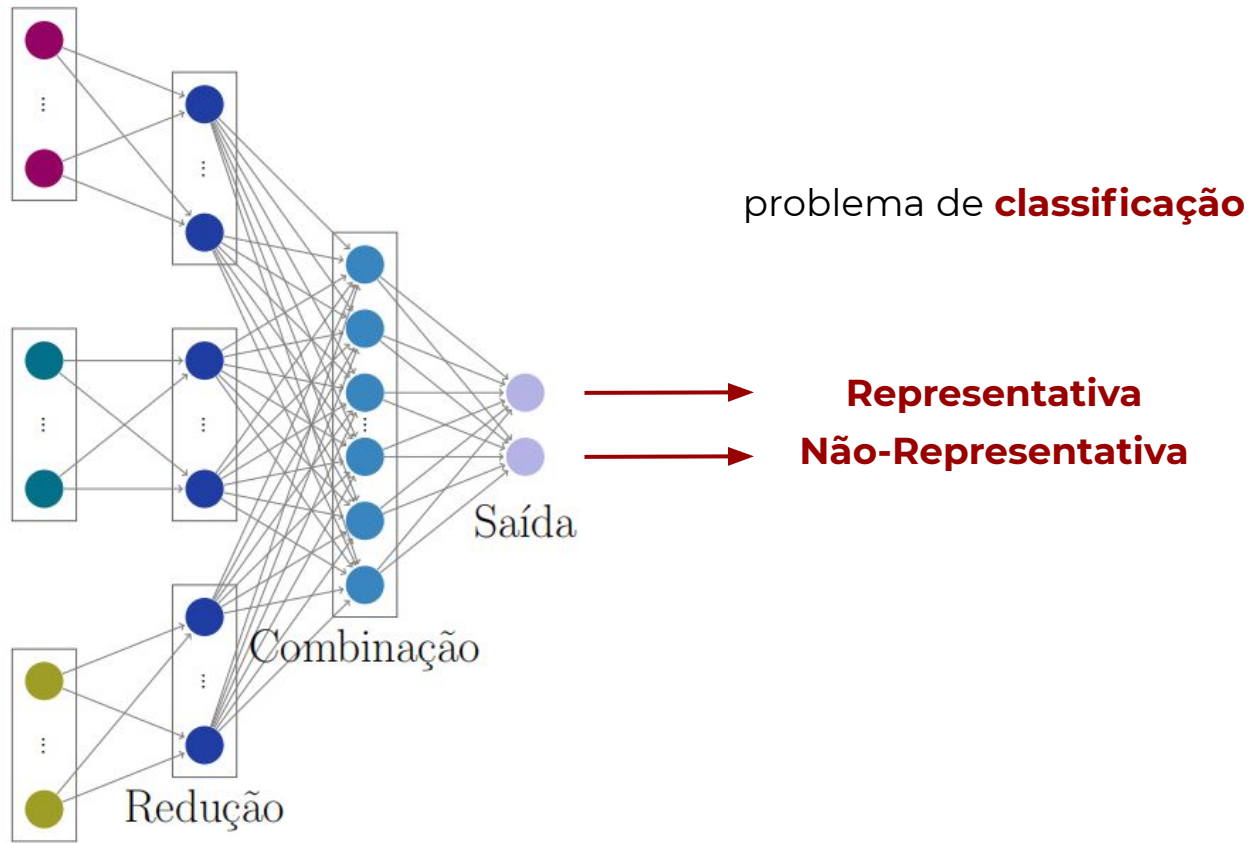
Conjunto (*Joint*)



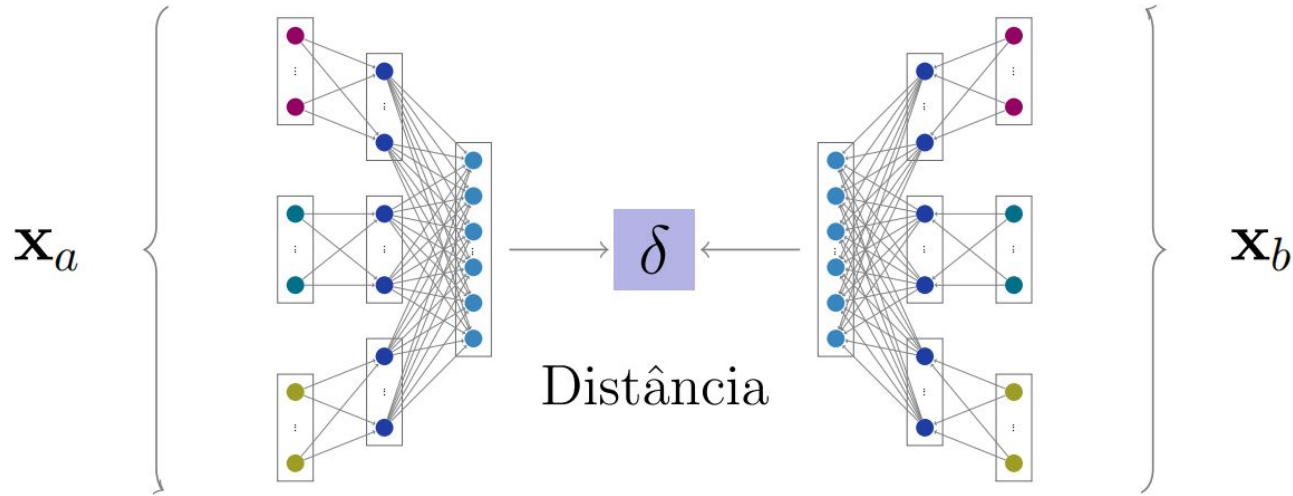
Independente (*Standalone*)



Função de Perda - Entropia Cruzada



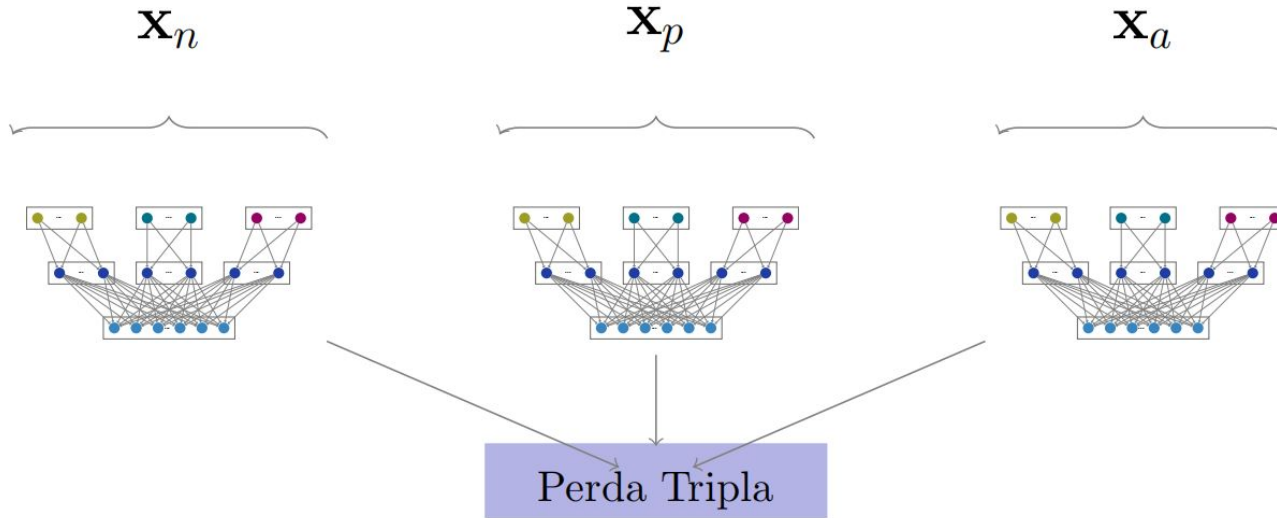
Função de Perda - Contrastiva



pesos **compartilhados**

10 pares positivos
10 pares negativos } por **imagem** de treinamento

Função de Perda - Tripla



pesos **compartilhados**

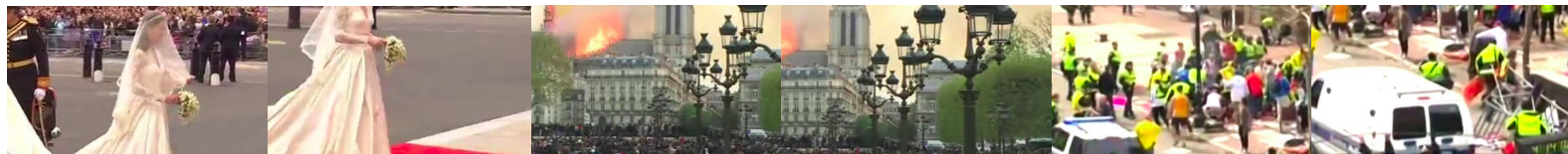
64 triplas aleatórias }
64 triplas difíceis } por **batch** de treinamento



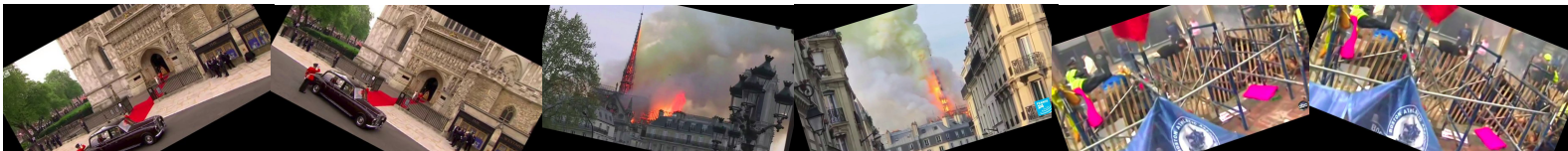
Experimentos e Resultados

Aumentação de Dados

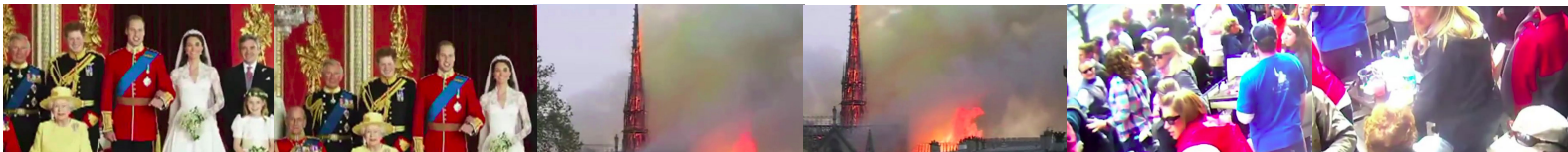
Recorte



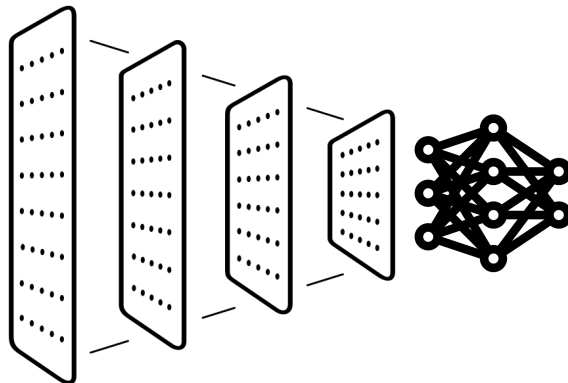
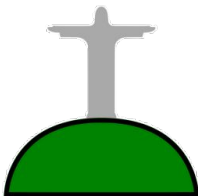
Rotação



Ampliação



Extratores de Características




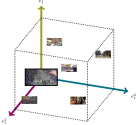

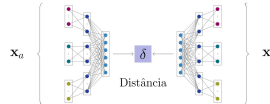
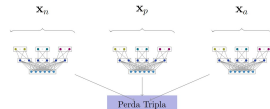
Características extraídas
da camada anterior à
Softmax

PCB
Market-1501

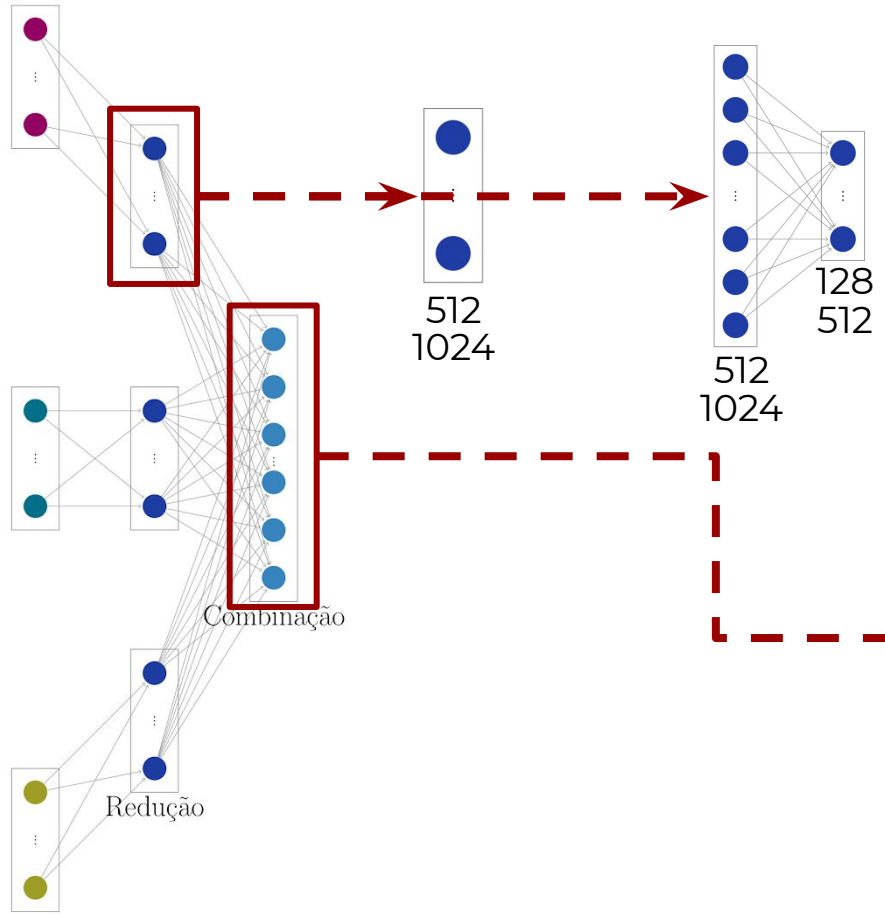
VGG
Places365

Inception-ResNet
Imagenet

Espaços Aprendidos

<p>Concatenated</p>	
<p>ESS</p>	
<p>Fine-Tuned</p>	<p>50 épocas otimizador Adam $\alpha = 0,00001$</p>
<p>Cross-Entropy</p>	<p>Combinação Função de perda Entropia Cruzada</p> 
<p>Contrastive</p>	<p>Combinação Função de perda Contrastiva</p> 
<p>Triplet</p>	<p>Combinação Função de perda Tripla</p> 

Explorando Largura e Profundidade da Rede



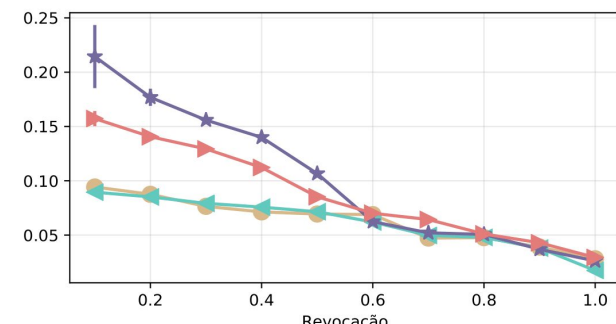
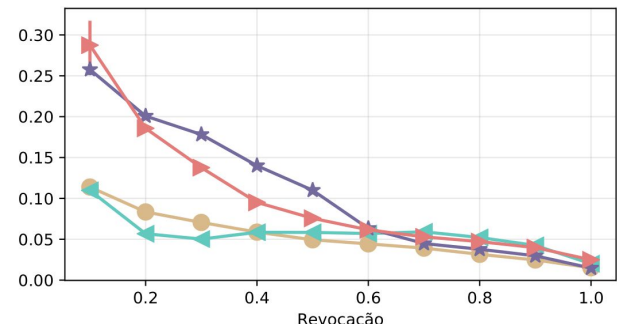
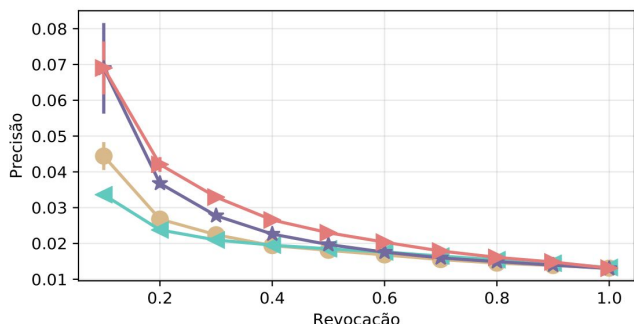
Cross-Entropy	Combinação Função de perda Entropia Cruzada
Contrastive	Combinação Função de perda Contrastiva
Triplet	Combinação Função de perda Tripla

- $N(512, 128)$
- $N(1024, 512)$
- $N(512, 128, 64)$
- $N(1024, 512, 128)$

Explorando Largura e Profundidade da Rede



Wedding - Conjunto **sem** aumentoção

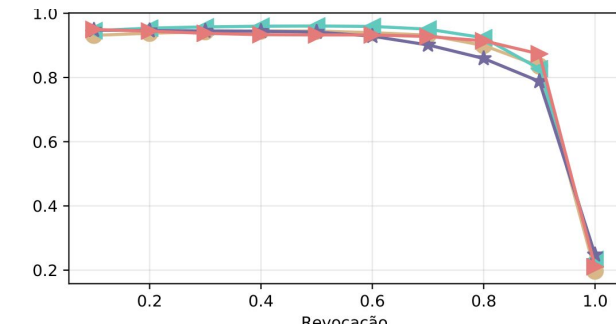
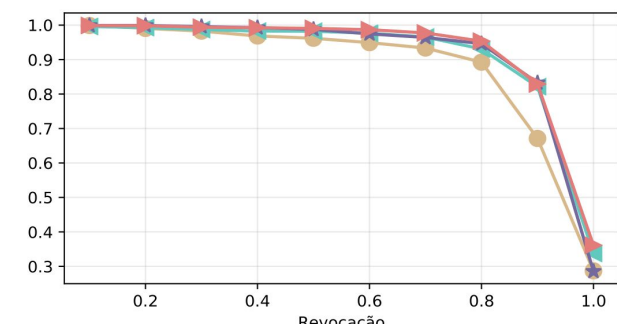
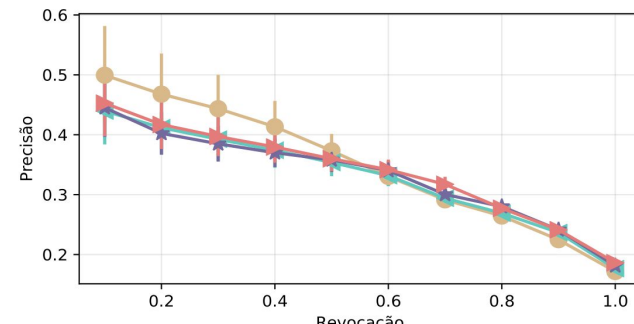


Cross-Entropy

Contrastive

Triplet

Wedding - Conjunto **com** aumentoção



Cross-Entropy

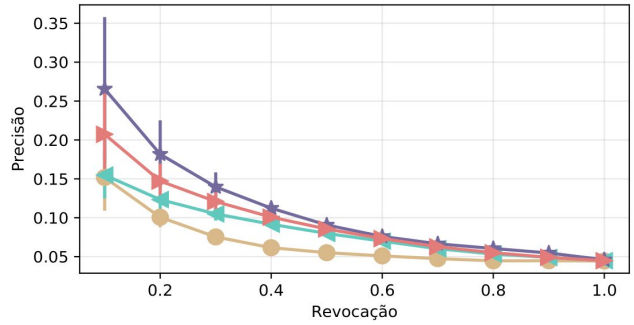
Contrastive

Triplet

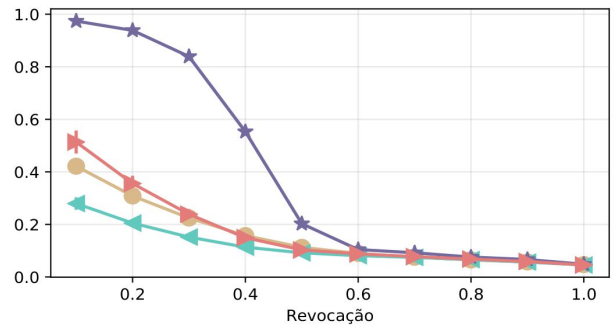
Explorando Largura e Profundidade da Rede



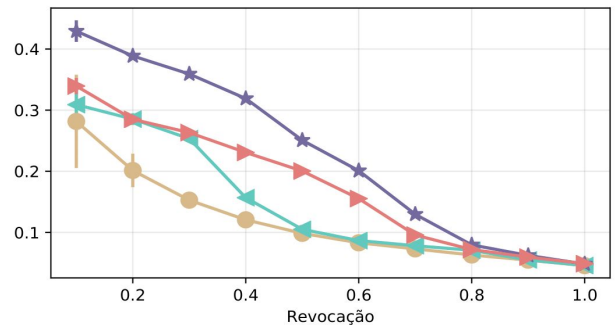
Fire - Conjunto **sem** aumento



Cross-Entropy

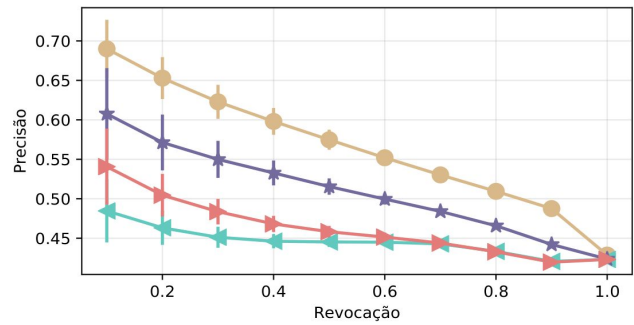


Contrastive

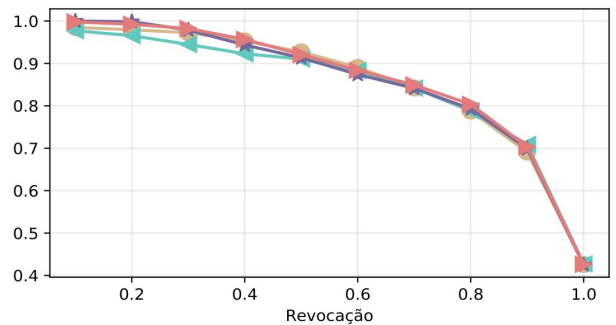


Triplet

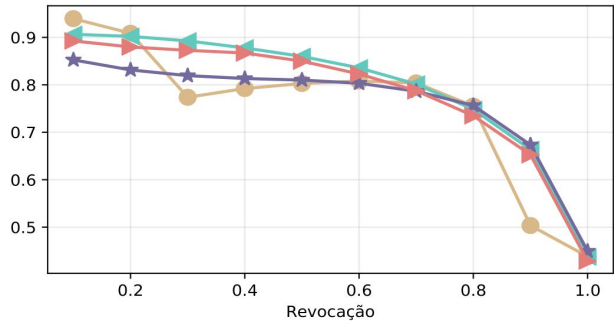
Fire - Conjunto **com** aumento



Cross-Entropy



Contrastive

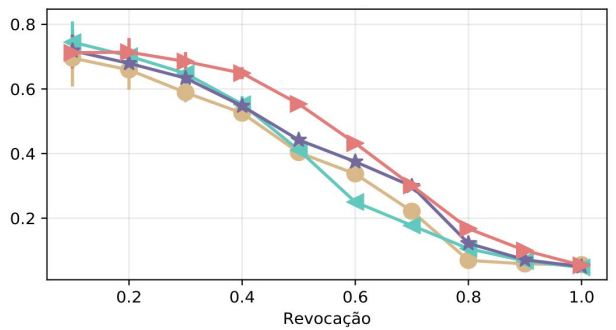
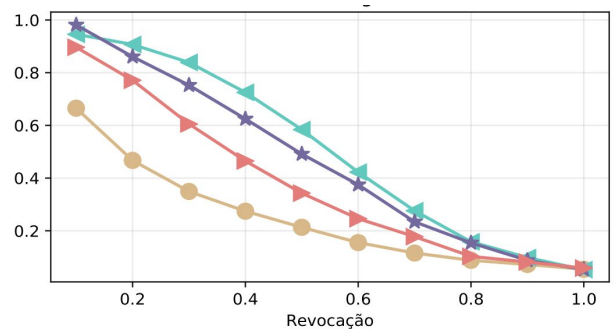
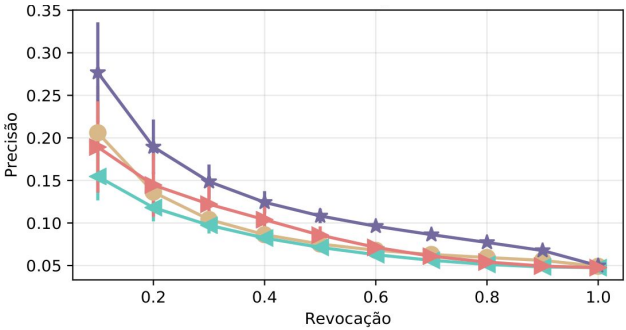


Triplet

Explorando Largura e Profundidade da Rede



Bombing - Conjunto **sem** aumento

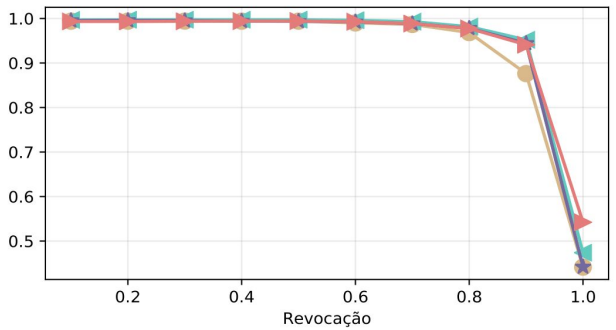
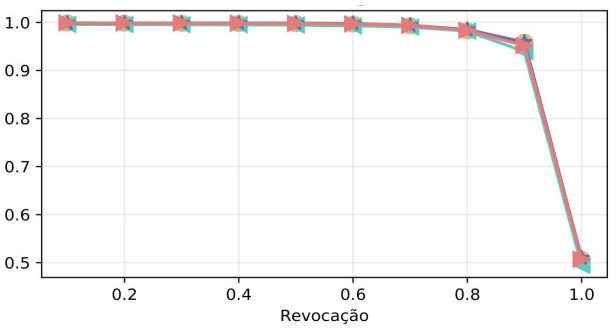
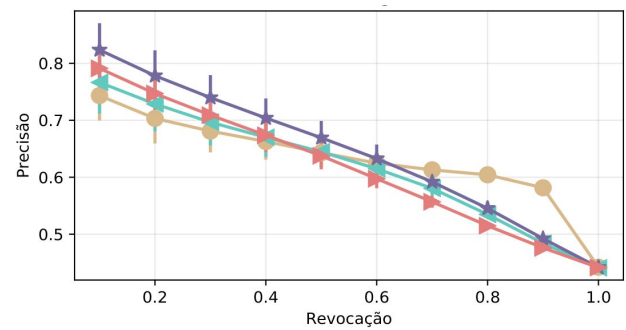


Cross-Entropy

Contrastive

Triplet

Bombing - Conjunto **com** aumento

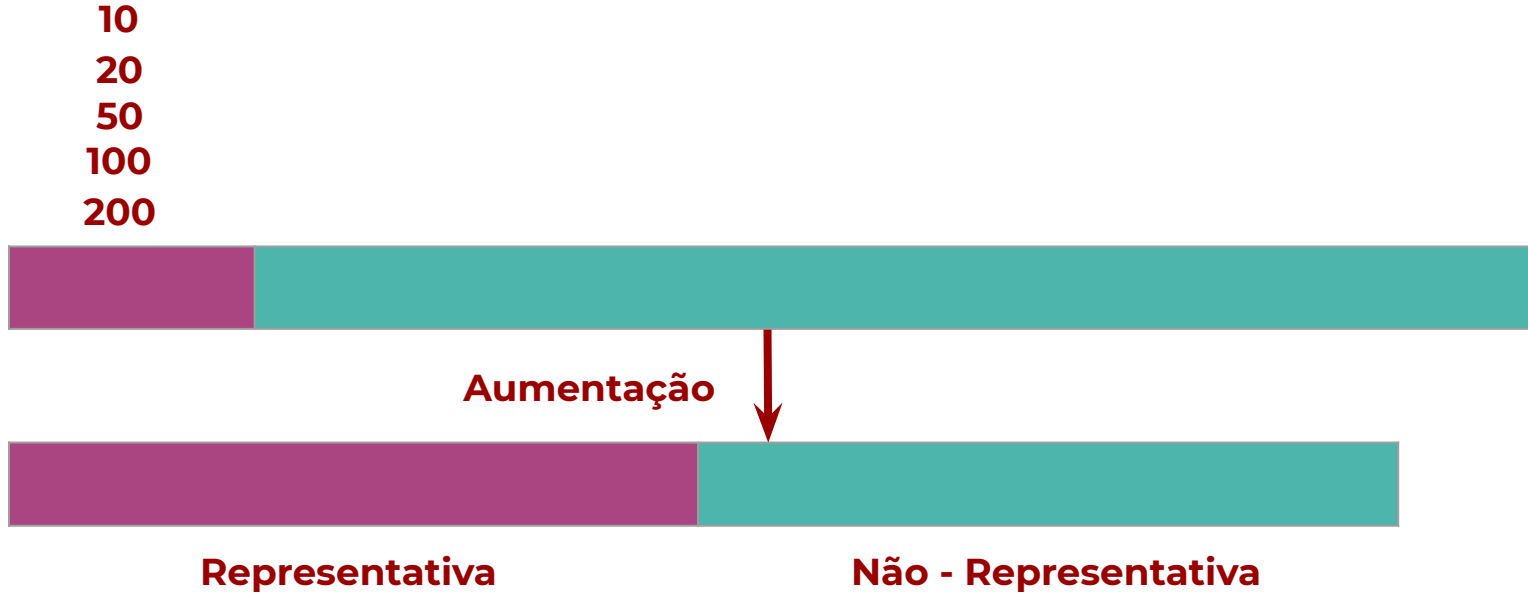


Cross-Entropy

Contrastive

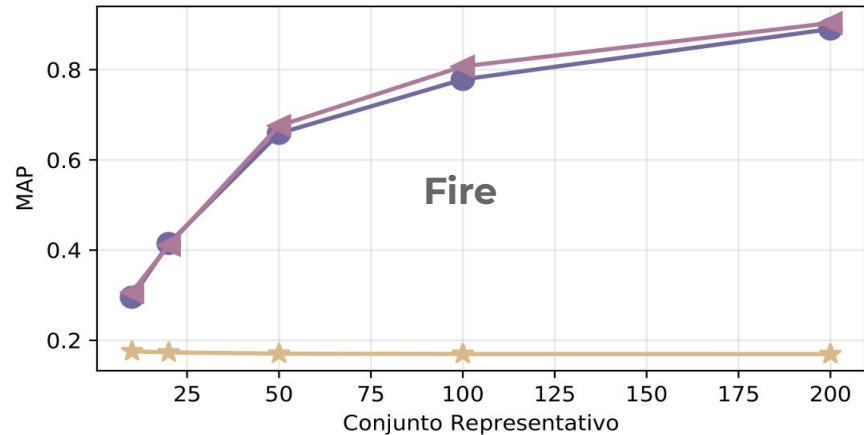
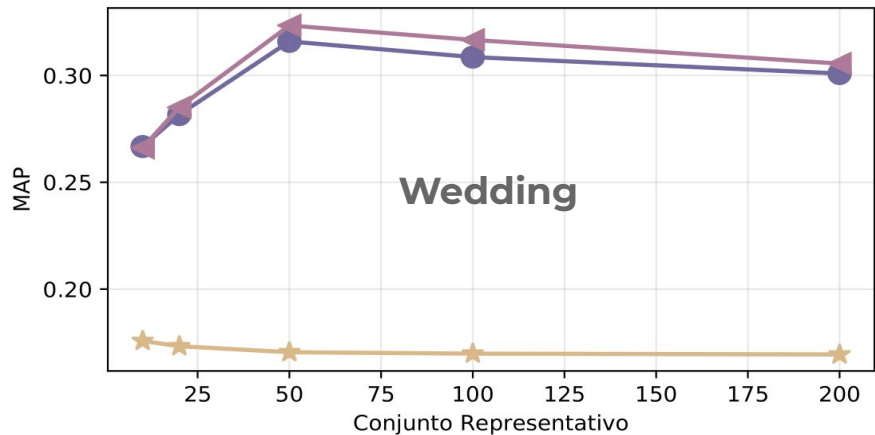
Triplet

Variando Tamanho do Treinamento

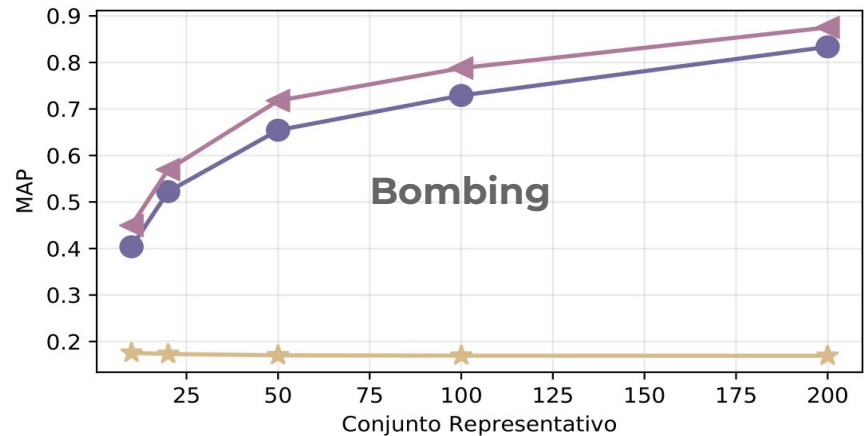


Cross-Entropy	Combinação Função de perda Entropia Cruzada
Contrastive	Combinação Função de perda Contrastiva
Triplet	Combinação Função de perda Tripla

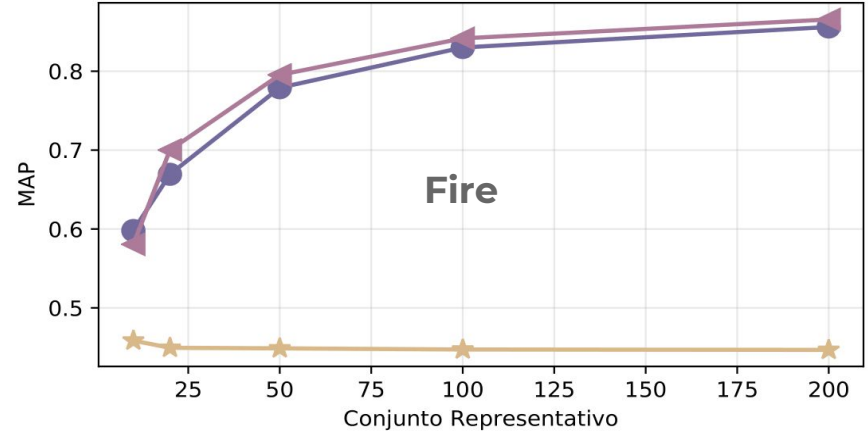
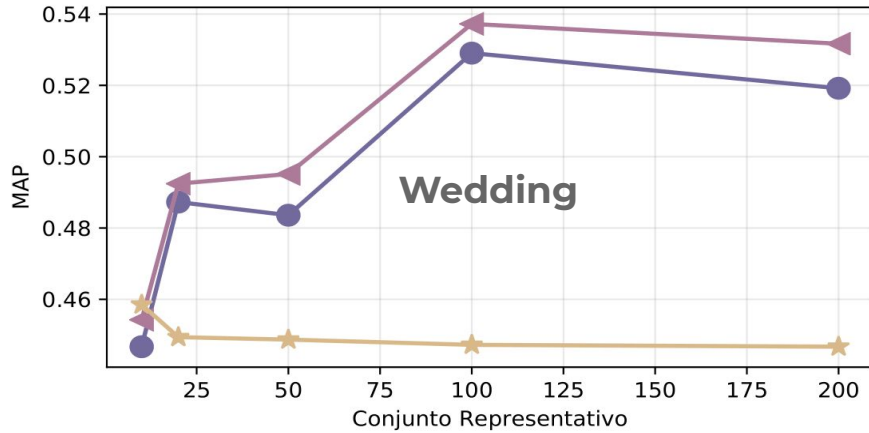
Variando Tamanho do Treinamento



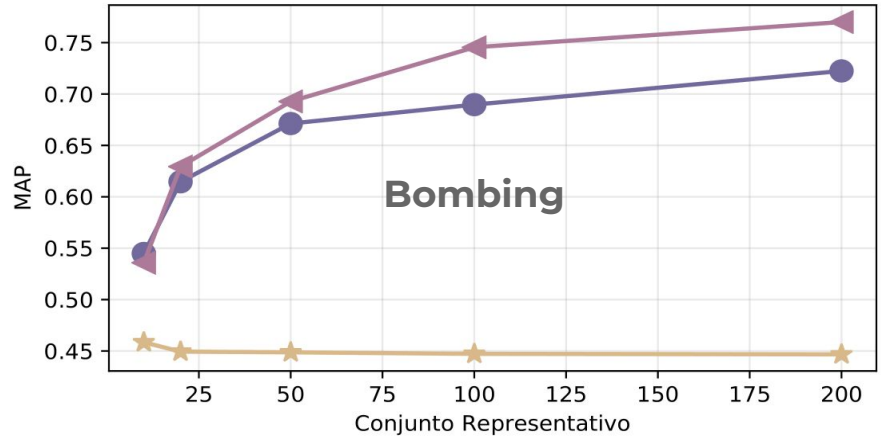
Cross-Entropy



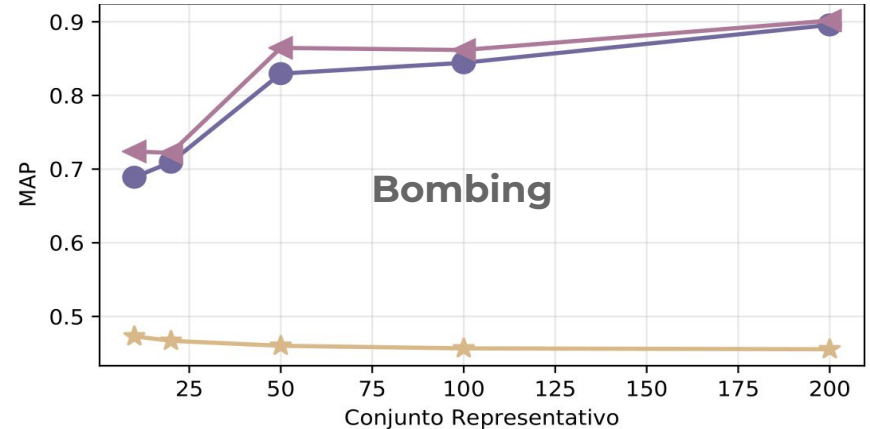
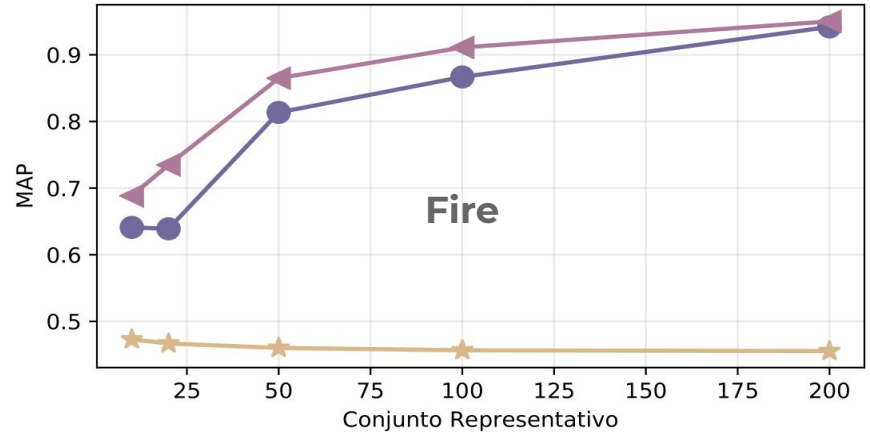
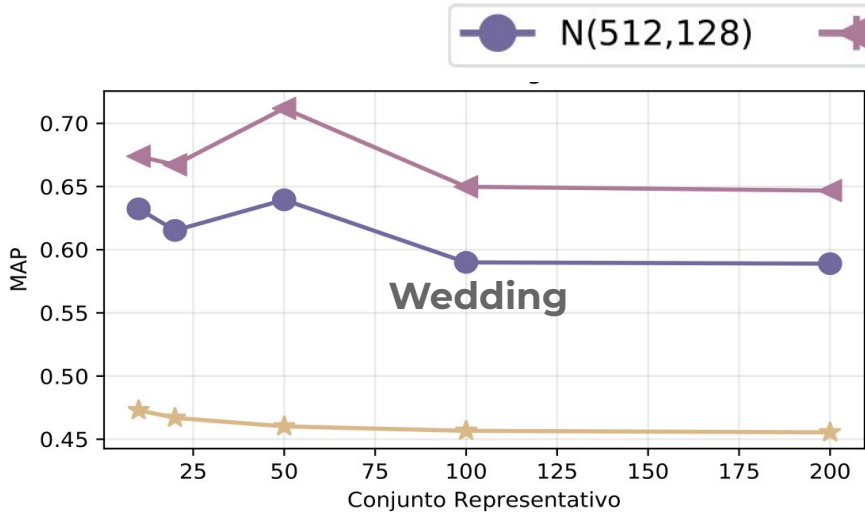
Variando Tamanho do Treinamento



Contrastive



Variando Tamanho do Treinamento



Triplet

Recuperando Imagens Representativas

Concatenated

ESS

Fine-Tuned

Cross-Entropy

Contrastive

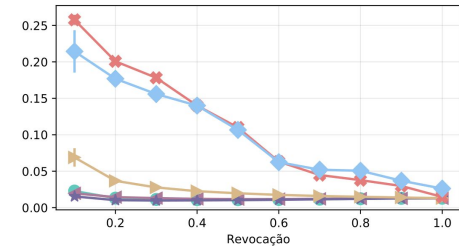
Triplet

Imagens de treinamento
Representativas como
consultas

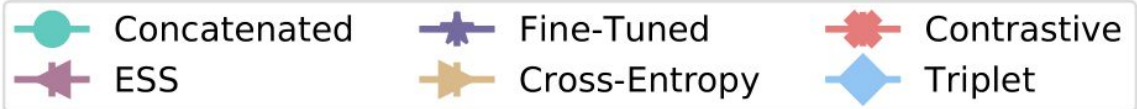


Precisão em **Revocação**
10%, 20%, ..., 90%, 100%

Média das **precisões**
avaliada

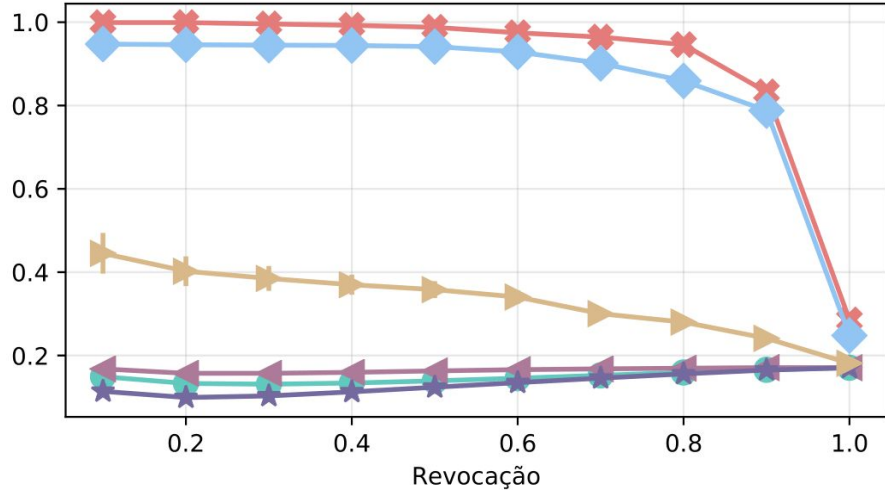
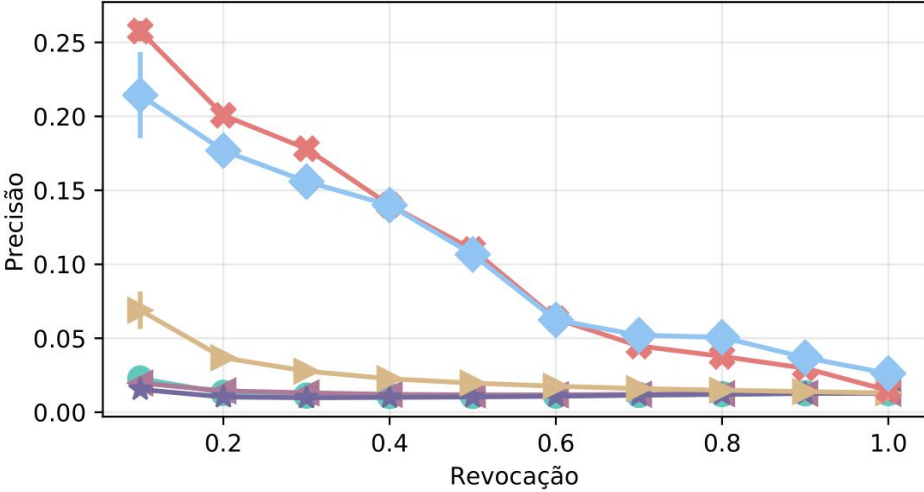


Recuperando Imagens Representativas

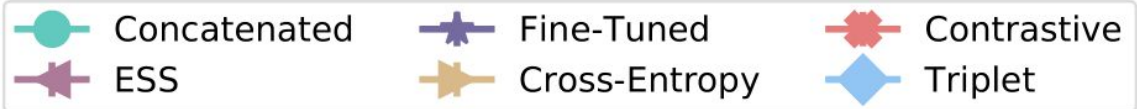


Wedding - Conjunto **sem** aumentoção

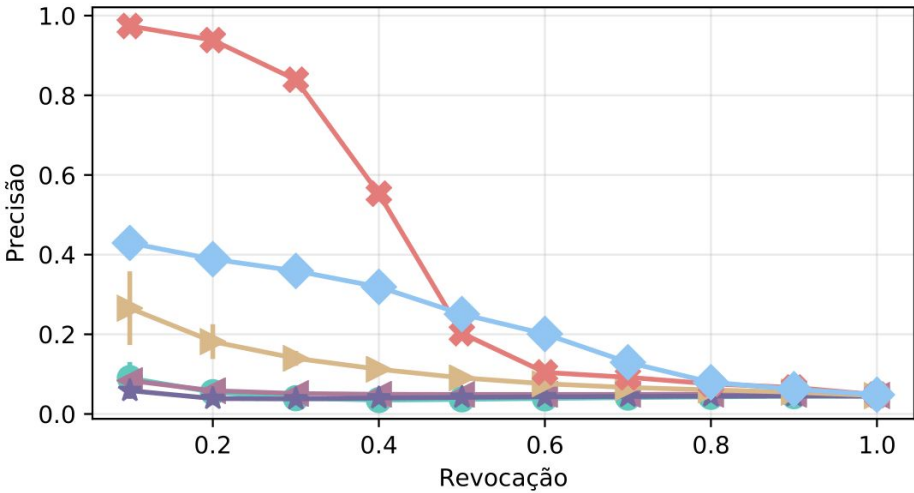
Wedding - Conjunto **com** aumentoção



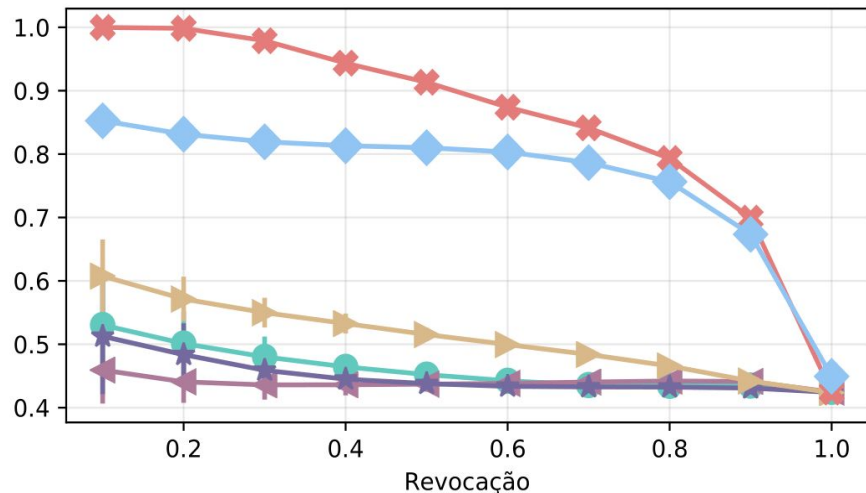
Recuperando Imagens Representativas



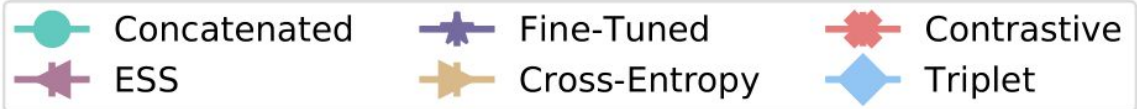
Fire - Conjunto **sem** aumentoção



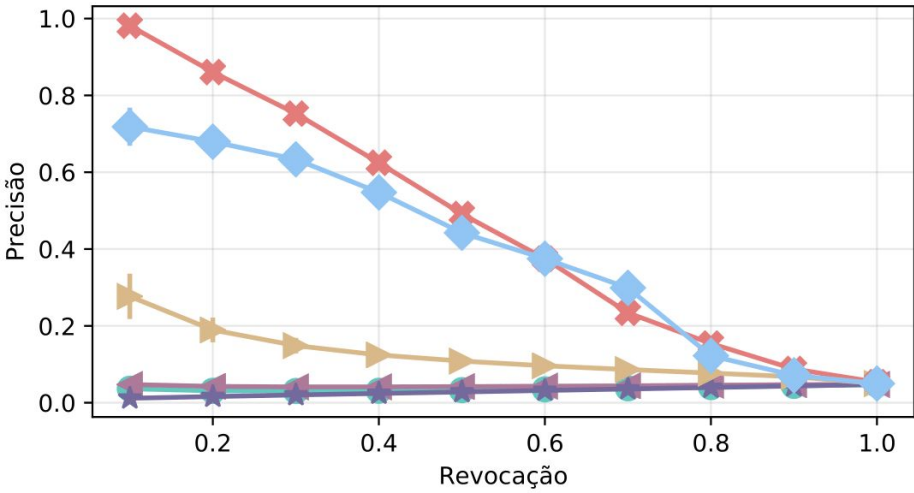
Fire - Conjunto **com** aumentoção



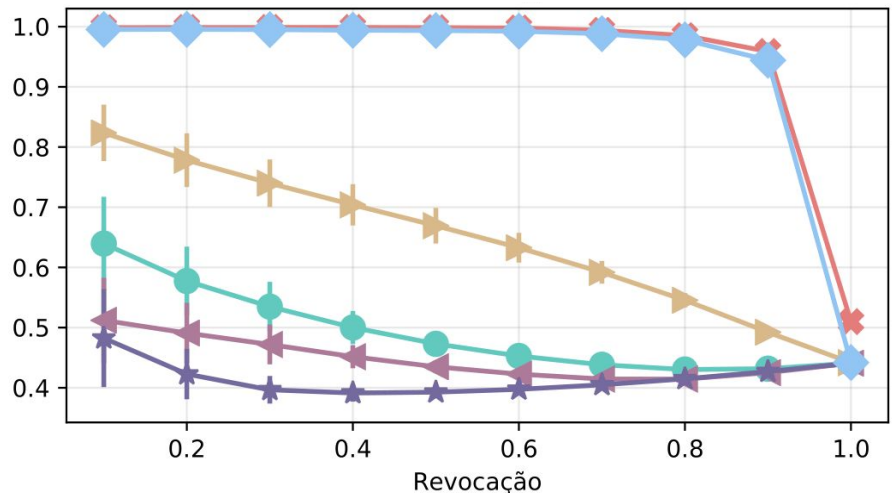
Recuperando Imagens Representativas



Bombing - Conjunto **sem** aumentoção



Bombing - Conjunto **com** aumentoção



Analizando Qualidade Visual dos Rankings

Concatenated

ESS

Fine-Tuned

Cross-Entropy

Contrastive

Triplet

Top@5 de um ranking
por método

Consulta



Analizando Qualidade Visual dos Rankings

	Concatenated	ESS	Fine-Tuned	Cross-Entropy	Contrastive	Triplet
Consulta						
1	 Não-Representativas	 Representativas	 Não-Representativas	 Representativas	 Representativas	 Representativas
2	 Não-Representativas	 Representativas	 Não-Representativas	 Representativas	 Representativas	 Representativas
3	 Não-Representativas	 Representativas	 Não-Representativas	 Representativas	 Representativas	 Representativas
4	 Não-Representativas	 Representativas	 Não-Representativas	 Representativas	 Representativas	 Representativas
5	 Não-Representativas	 Representativas	 Não-Representativas	 Representativas	 Representativas	 Representativas

Representativas
Não-Representativas

Analizando Qualidade Visual dos Rankings



Analizando Qualidade Visual dos Rankings

	Concatenated	ESS	Fine-Tuned	Cross-Entropy	Contrastive	Triplet
Consulta						
1						
2						
3						
4						
5						

Legend:

- Representativas (Purple border)
- Não-Representativas (Teal border)



Discussões

Discussões

Considerando conjuntos pequenos de treinamento:

A **augmentação de dados** foi um fator importante para **melhoria** do **aprendizado**

As abordagens de **combinação** de características **previamente aprendidas** mostraram-se **mais efetivas que** a **adaptação** dos modelos de extração de características

Redes rasas foram **suficientes** para o **aprendizado** da **combinação**

Dentre as abordagens de **classificação**, o espaço **Cross-Entropy** apresentou melhores resultados, confirmando a hipótese de que a **combinação das características** dos RCs proporciona **melhor separação**

As abordagens de **aprendizado de distâncias**, espaços **Contrastive e Triplet**, superaram os resultados do espaço **Cross-Entropy**



Conclusões

Conclusões

Como a tarefa de **filtragem manual** de imagens **Representativas** para descrever eventos é **inviável**, tentamos responder à pergunta:

Dado um evento, como separar automaticamente imagens Representativas de imagens Não-representativas?

A partir dessa pergunta formulamos duas **hipóteses** que, com base nos experimentos, mostraram-se verdadeiras:

H1: A **decomposição** em **Componentes Representativos** para o evento auxilia na **separação** das imagens

H2: O **Aprendizado do Manifold** onde as características dos **componentes** são **combinadas** melhora essa **separação**

Conclusões - Próximos Passos

Inclusão de novos **Componentes Representativos**

Avaliação de **qualidade de rankings**

Explicabilidade no aprendizado das combinações

Conclusões - Publicações

Artigo publicado em anais de conferência:

“Image semantic representation for event understanding”

Caroline Mazini Rodrigues, Luis Pereira, Anderson Rocha, e Zanoni Dias
11th IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS 2019)



Artigo aceito para publicação em revista:

“Forensic Event Analysis: From Seemingly Unrelated Data to Understanding”

Rafael Padilha, Caroline Mazini Rodrigues, Fernanda Andaló,
Gabriel Bertocco, Zanoni Dias, e Anderson Rocha
IEEE Security & Privacy



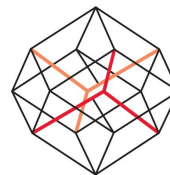
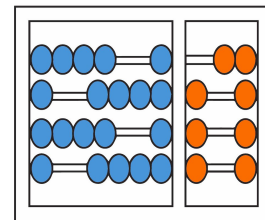
Artigo submetido para revista:

“Manifold Learning for Real-World Event Understanding”

Caroline Mazini Rodrigues, Aurea Soriano-Vargas, Anderson Rocha, e Zanoni Dias
IEEE Transactions on Information Forensics and Security



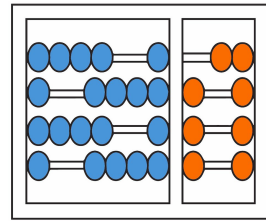
Obrigada!



recod
reasoning for complex data



UNICAMP



Análise de Representatividade de Imagens para Descrição de Eventos

Aluna: Caroline Mazini Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Zanoni Dias

Coorientador: Prof. Dr. Anderson Rocha



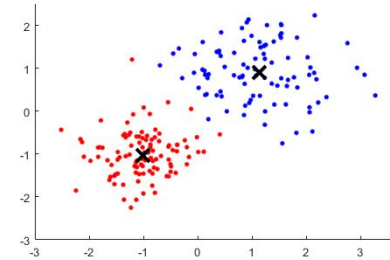
Espaço Semântico de Evento

Organização da Representação de Imagem

Places
Objects
People
Concatenated
ESS

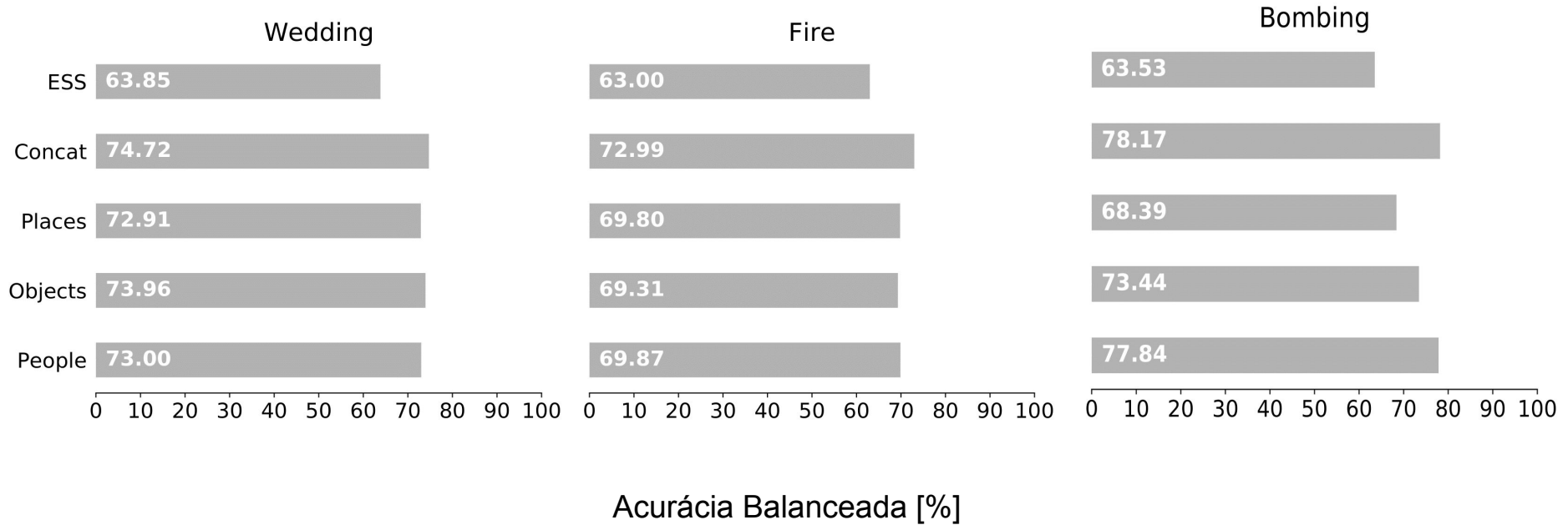
Agrupamento

K-means



**20 ERIs e 20 imagens
Não-Representativas**

Organização da Representação de Imagem



Representação para Classificação

Places
Objects
People
Concatenated
Aggregated
ESS

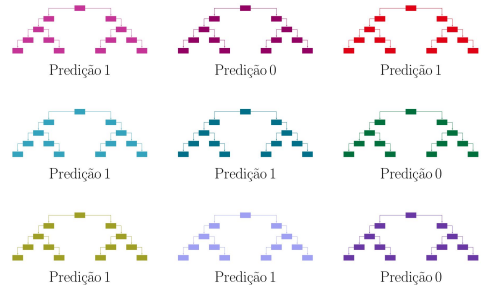
Classificação

Floresta Aleatória

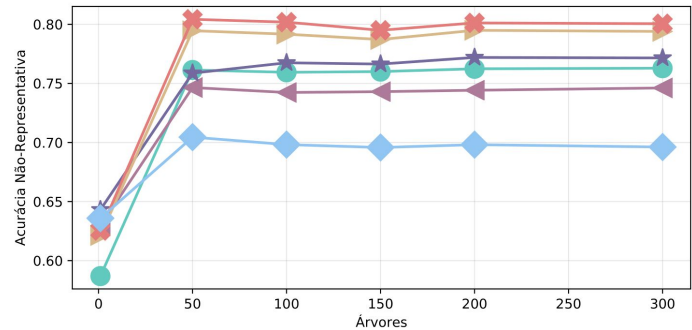
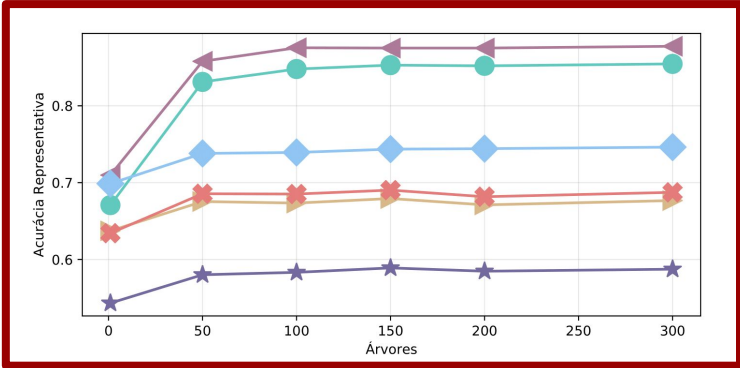
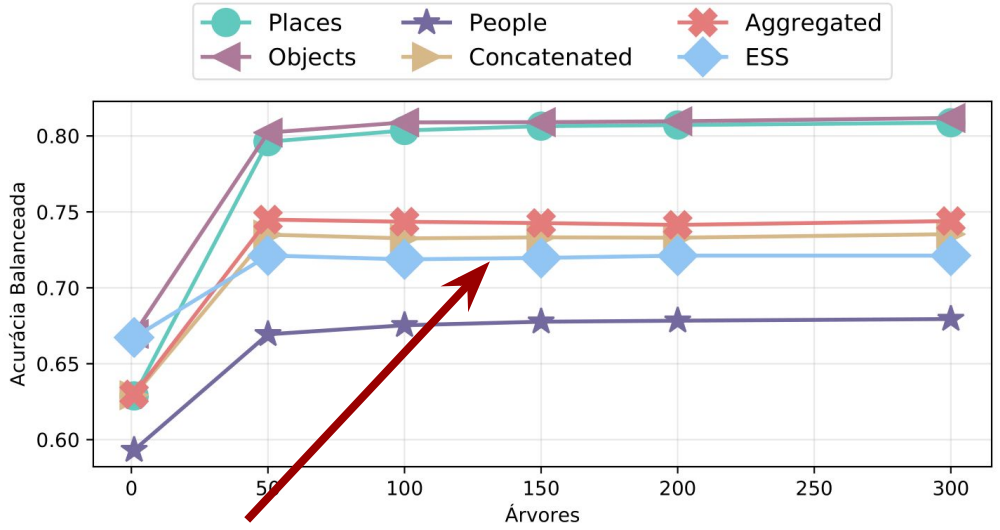
1, 50, 100, 150, 200, 250 e 300 **árvores** na **floresta**

top@50 imagens como **classe positiva**

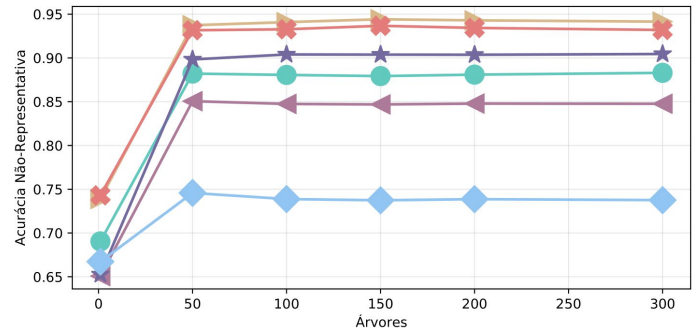
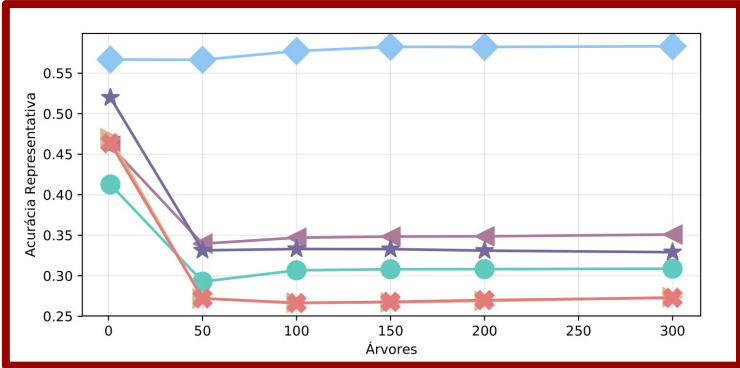
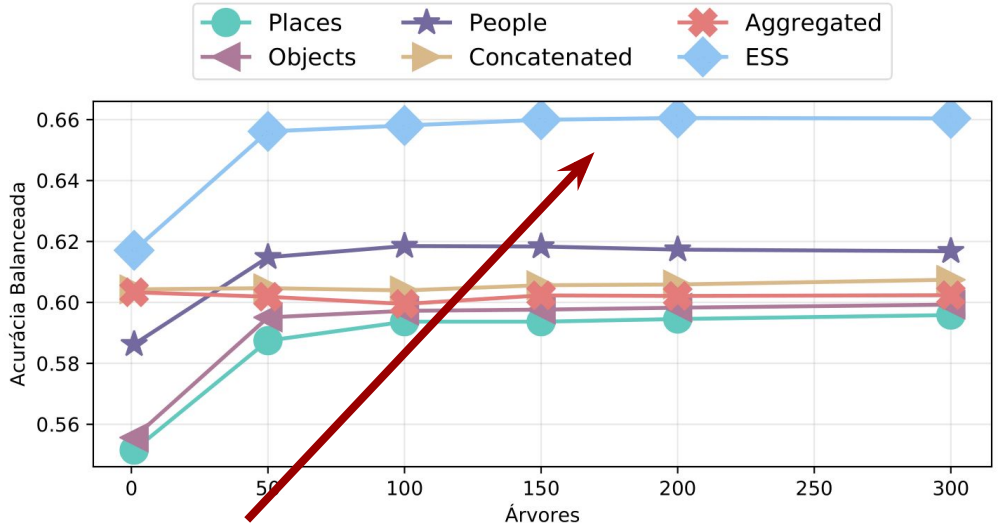
Randomicamente selecionando **50 imagens** da **metade inferior** como negativas



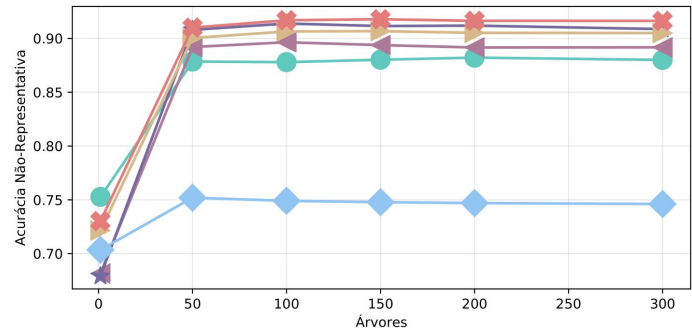
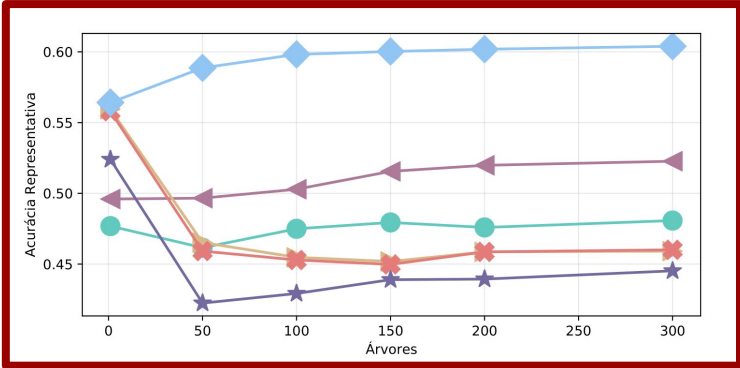
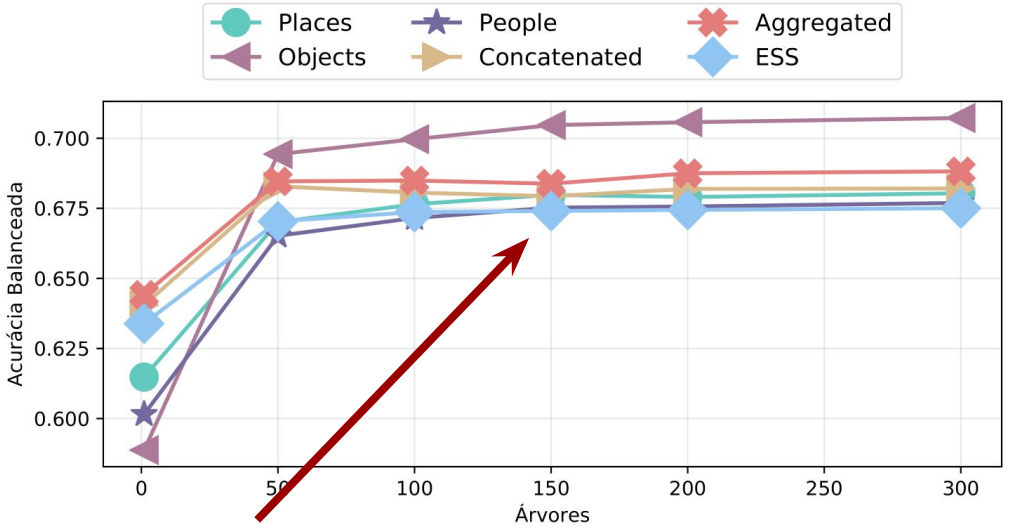
Representação para Classificação



Representação para Classificação



Representação para Classificação





Espaço Combinado de Evento

Visualizando Separação das Classes

Concatenated

ESS

Fine-Tuned

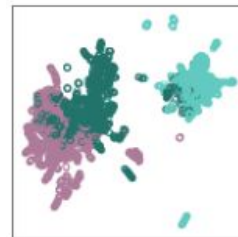
Cross-Entropy

Contrastive

Triplet

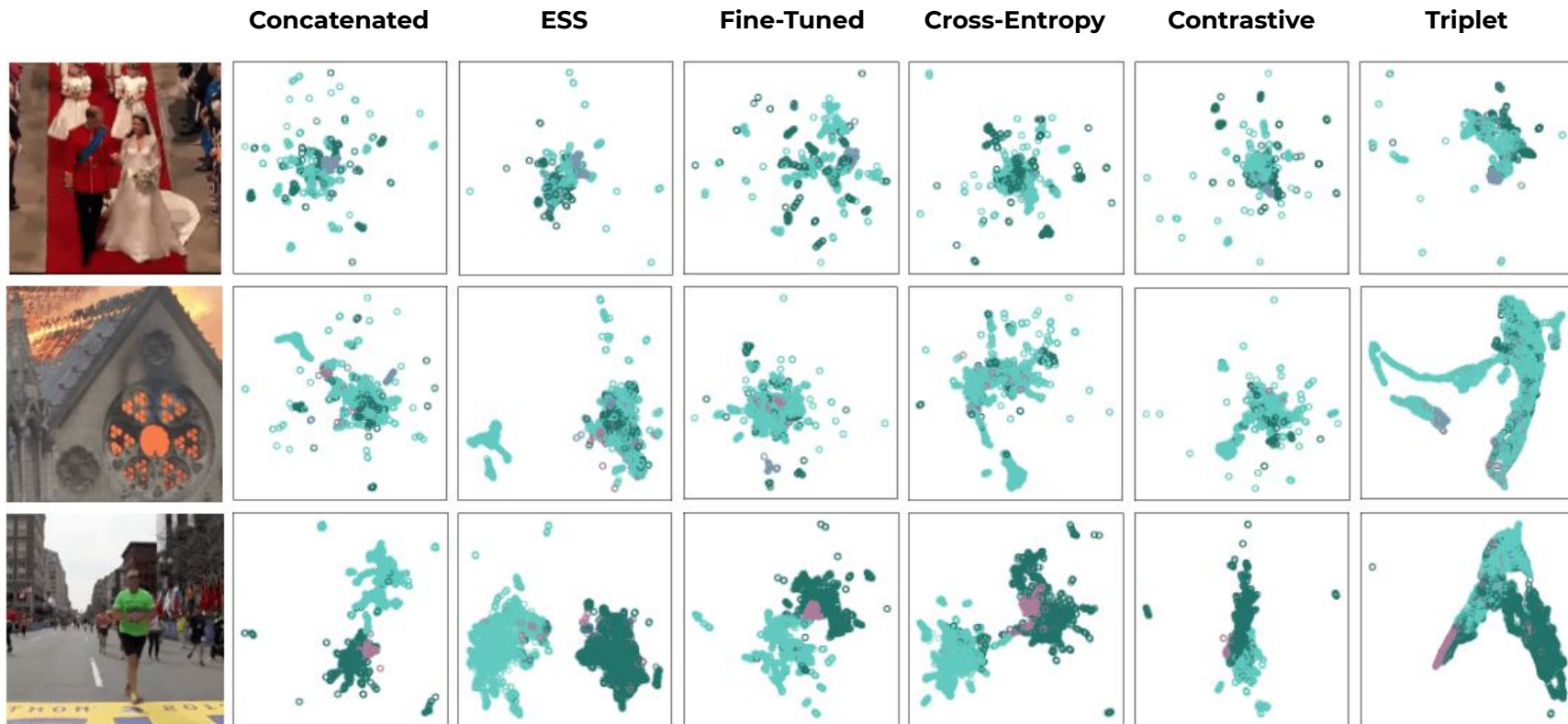
Redução das representações
para 3 dimensões

UMAP



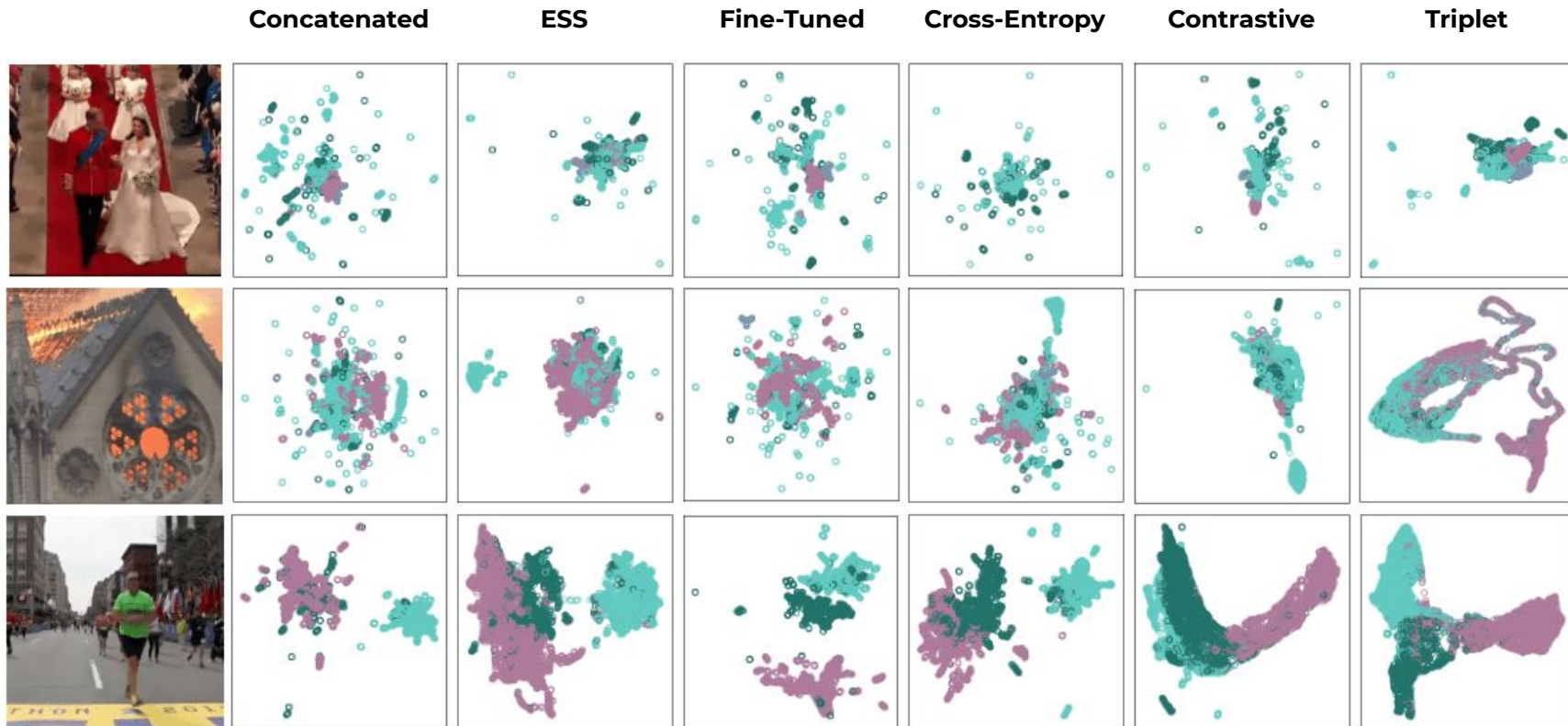
Projeção em gráficos de
dispersão

Visualizando Separação das Classes



Projeção das representações **sem** **aumentação de dados**

Visualizando Separação das Classes



Projeção das representações **com** **aumento** de dados

Recuperando Imagens Representativas

Concatenated

ESS

Fine-Tuned

Cross-Entropy

Contrastive

Triplet

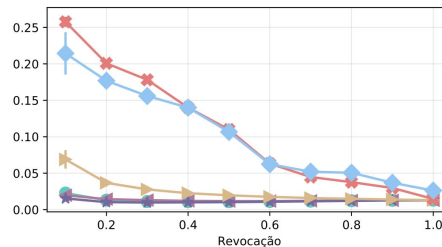
Imagens de treinamento
Representativas como
consultas



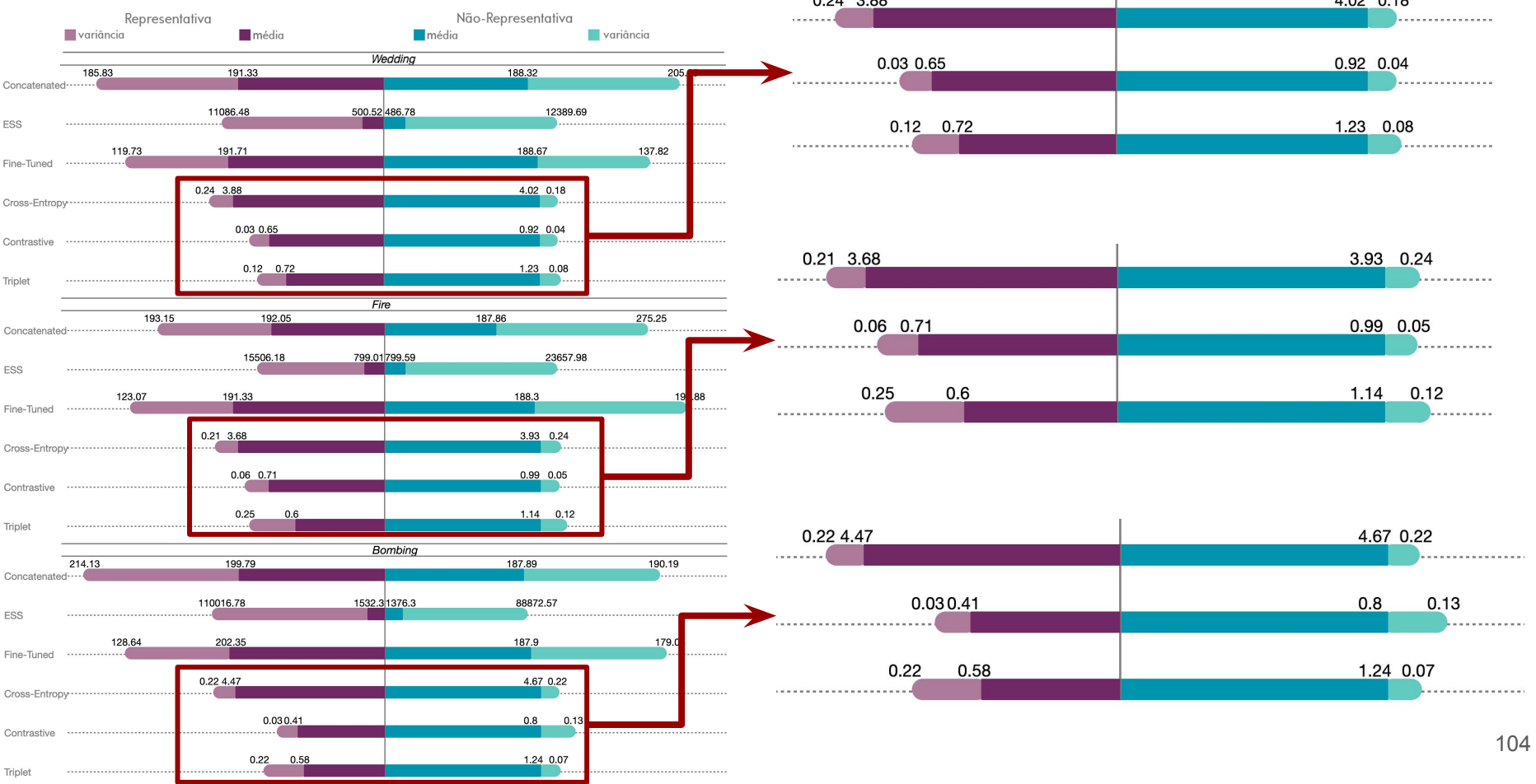
Precisão em **Revocação**
10%, 20%, ..., 90%, 100%

Média das **precisões**
avaliada

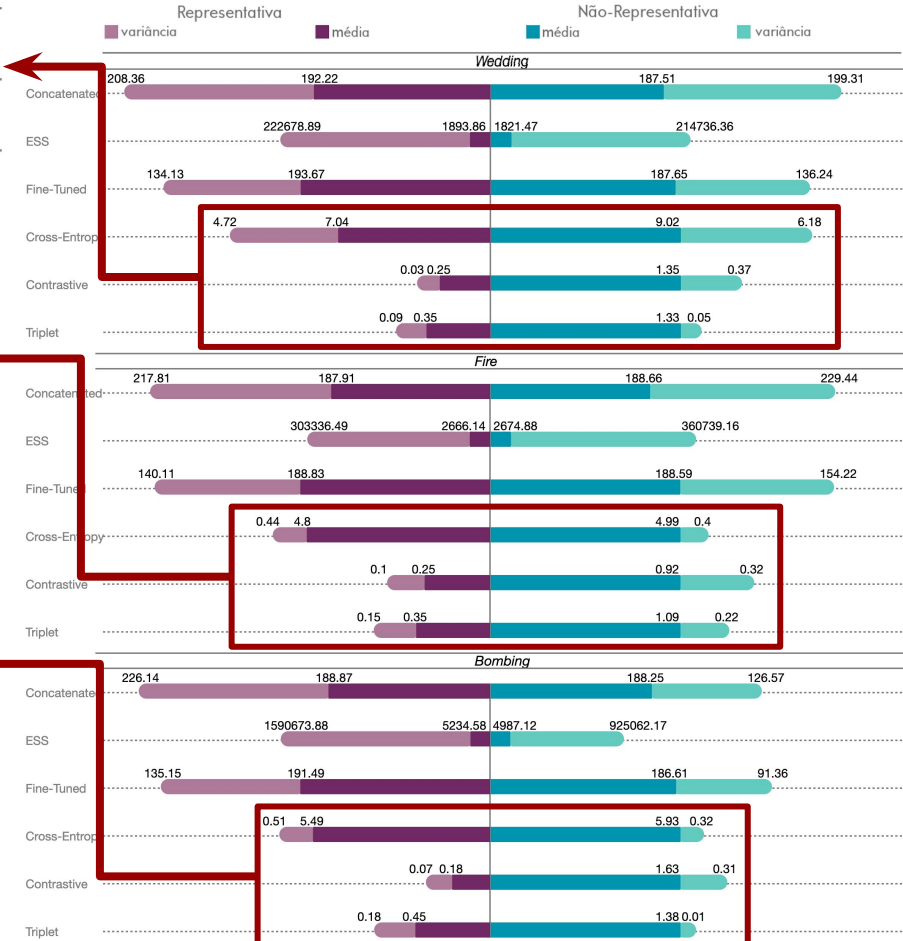
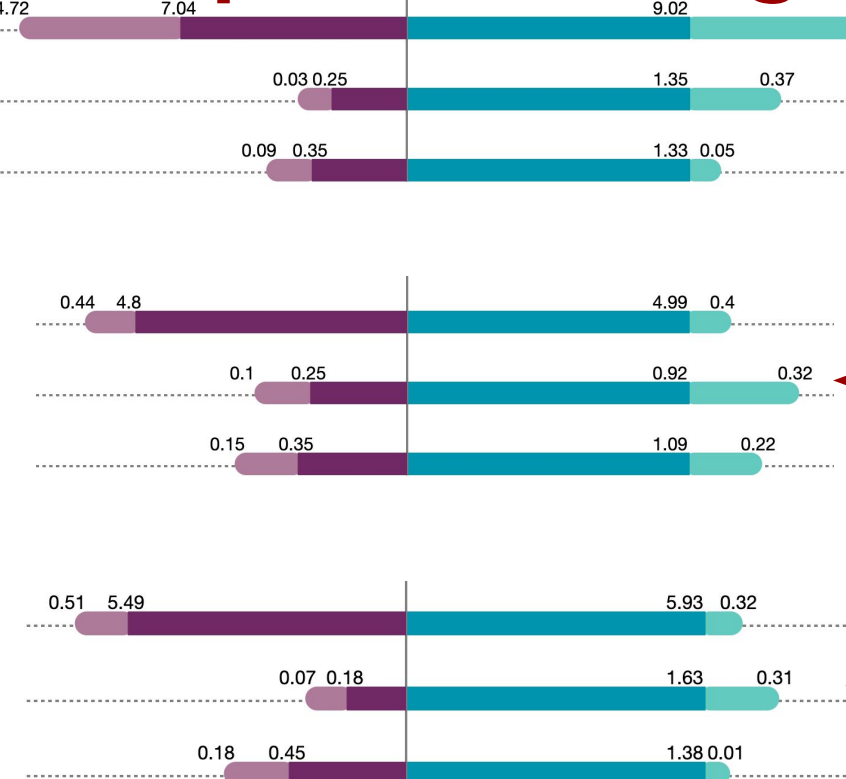
Média e desvio padrão
das distância (rankings)
para cada classe



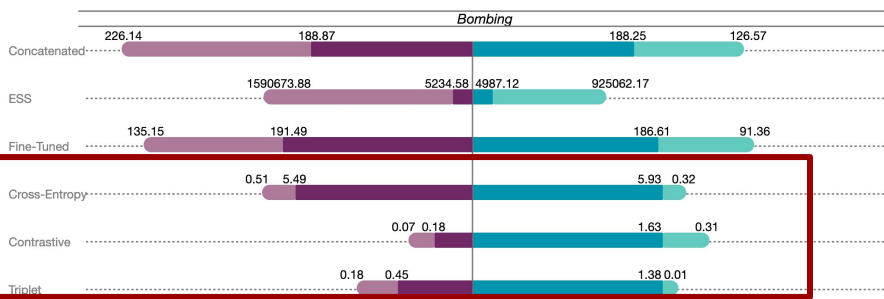
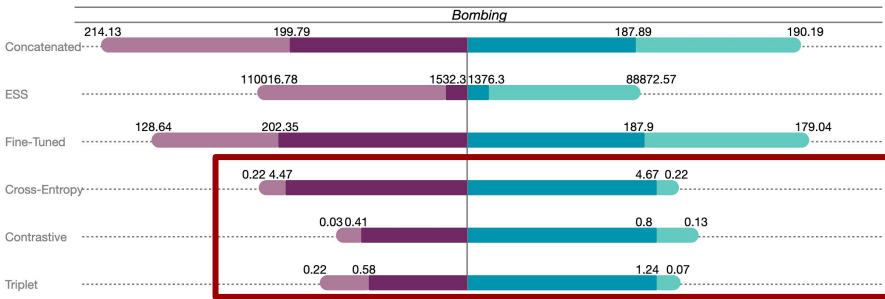
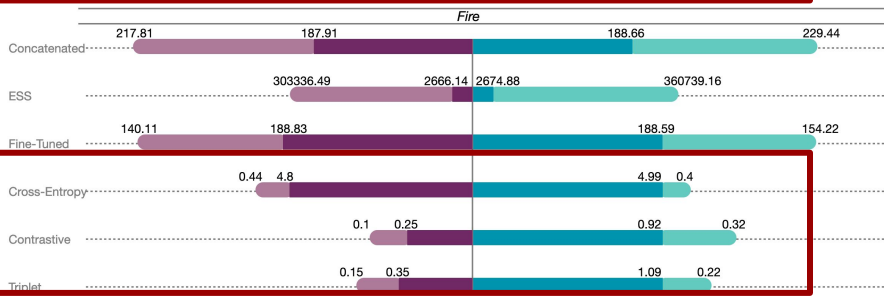
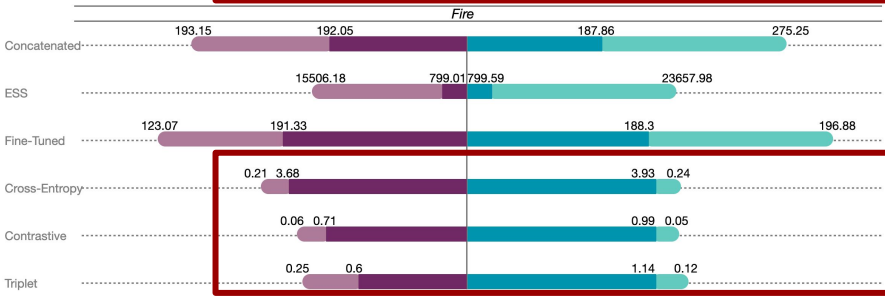
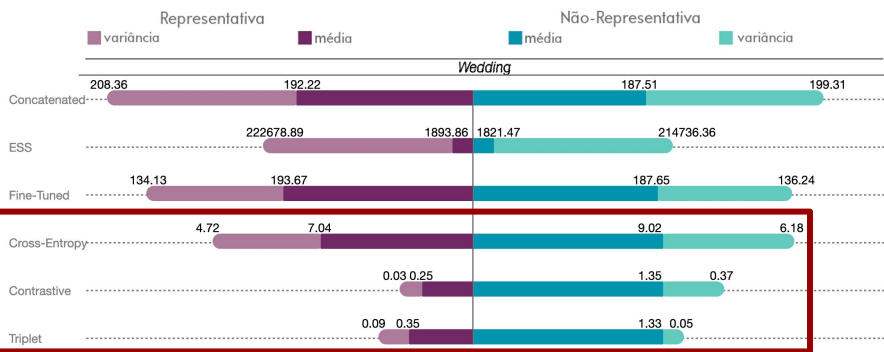
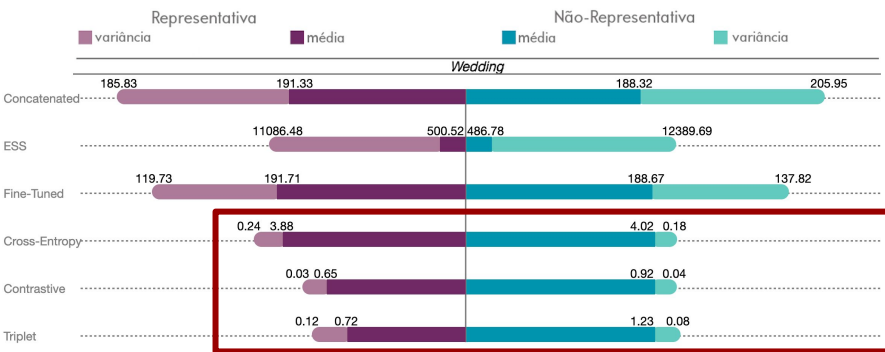
Recuperando Imagens Representativas



Recuperando Imagens Representativas



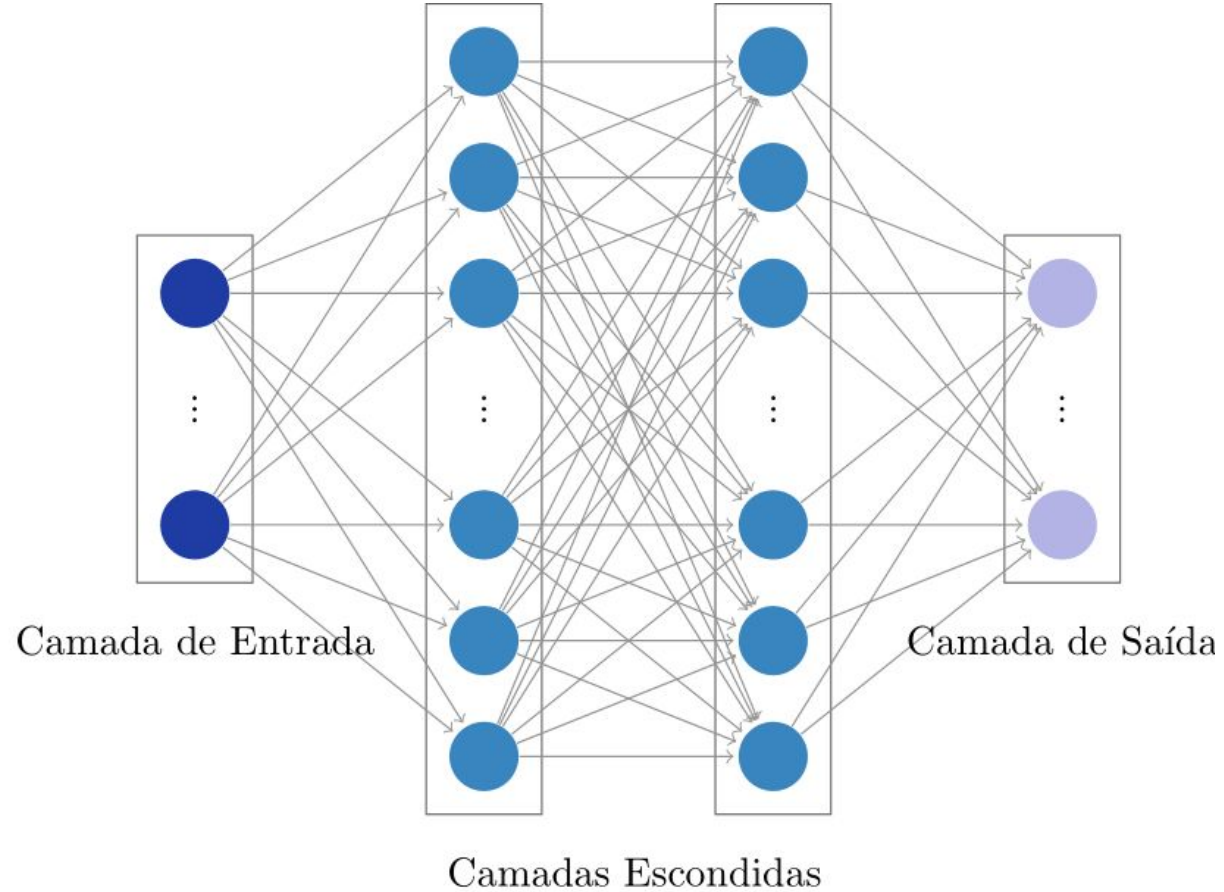
Recuperando Imagens Representativas



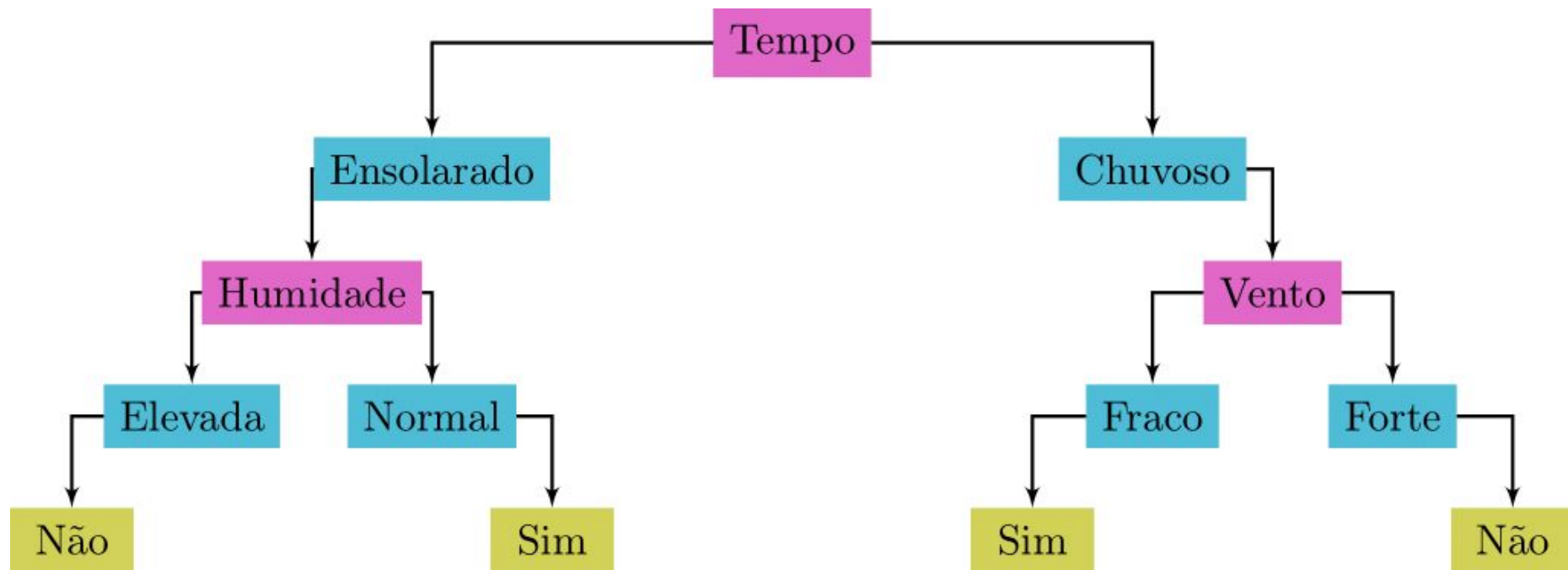
Incêndio Grenfell



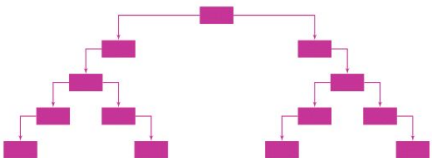
Rede Neural



Árvore de Decisão



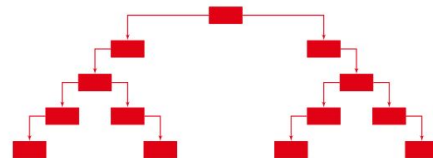
Floresta Aleatória



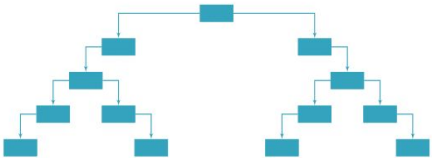
Predição 1



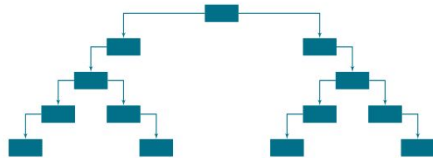
Predição 0



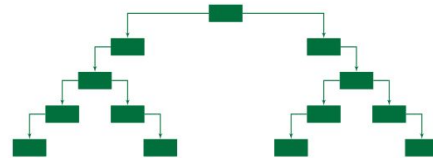
Predição 1



Predição 1



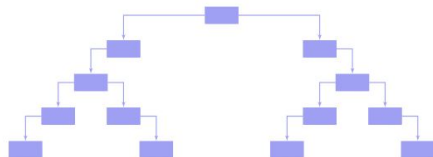
Predição 1



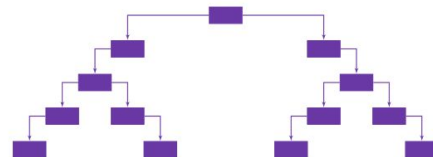
Predição 0



Predição 1

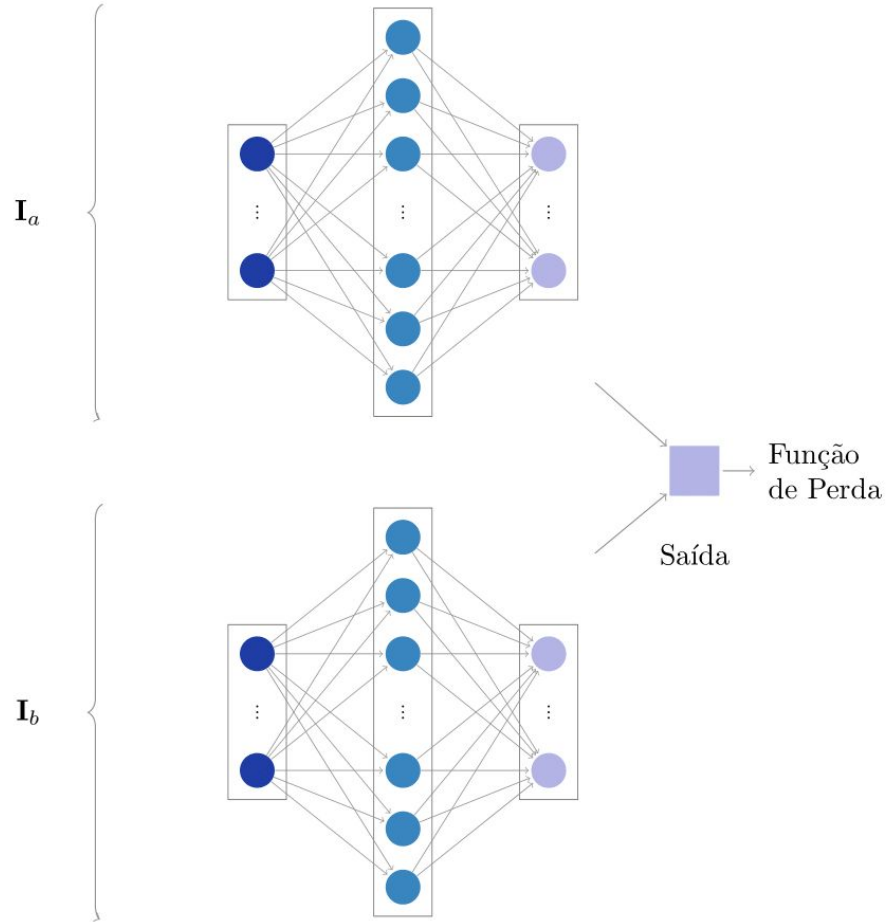


Predição 1

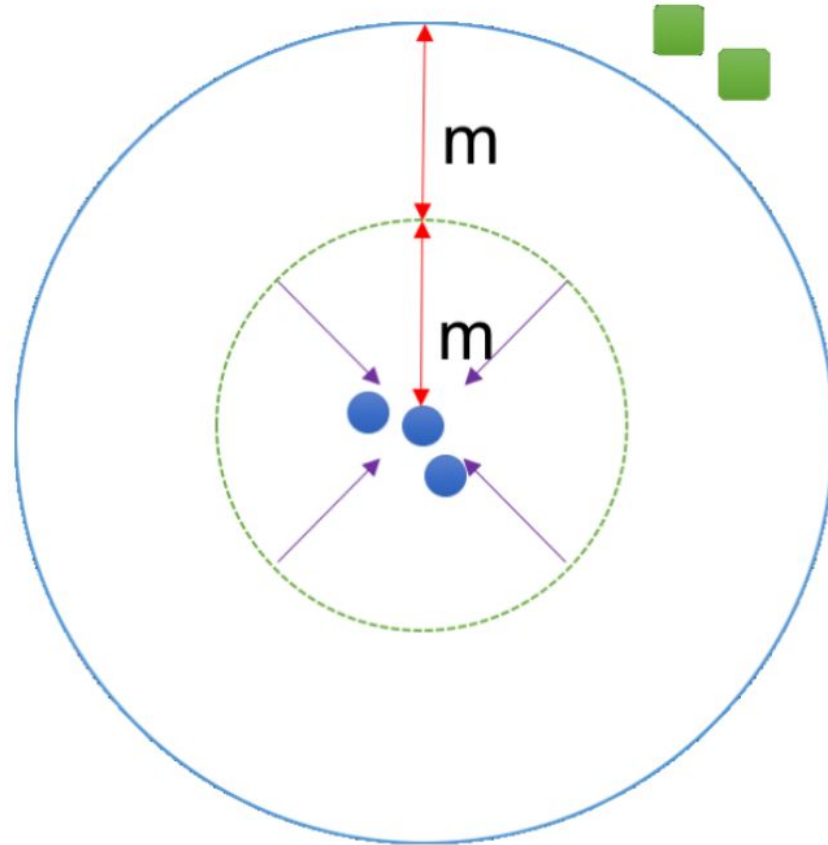


Predição 0

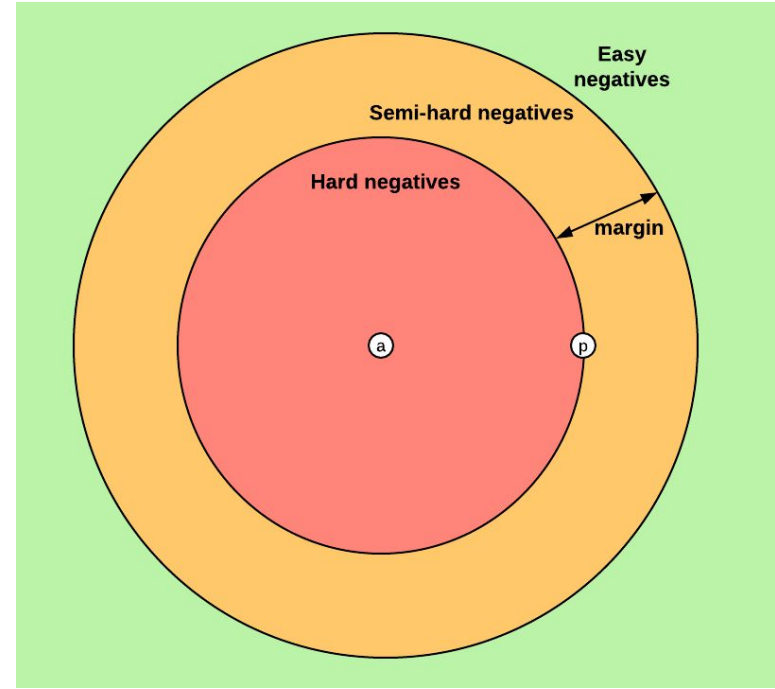
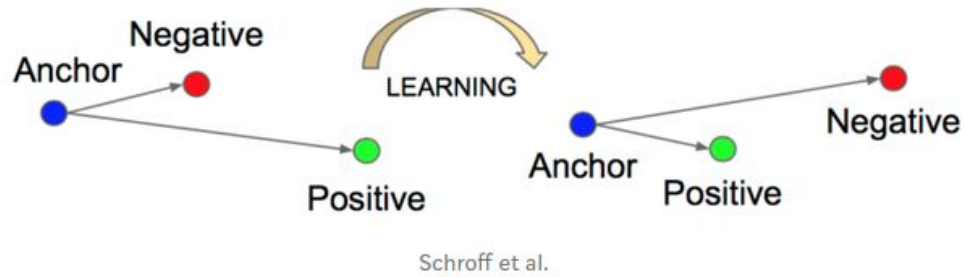
Arquitetura Siamesa



Função de Perda Contrastiva



Função de Perda Tripla



Agregação de Rankings

