



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade
Defesa de Dissertação de Mestrado

Classificação da Camada Lipídica do Filme Lacrimar usando Índices de Diversidade Filogenética e a Função K de Ripley como Descritores de Textura

Luana Batista da Cruz

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva

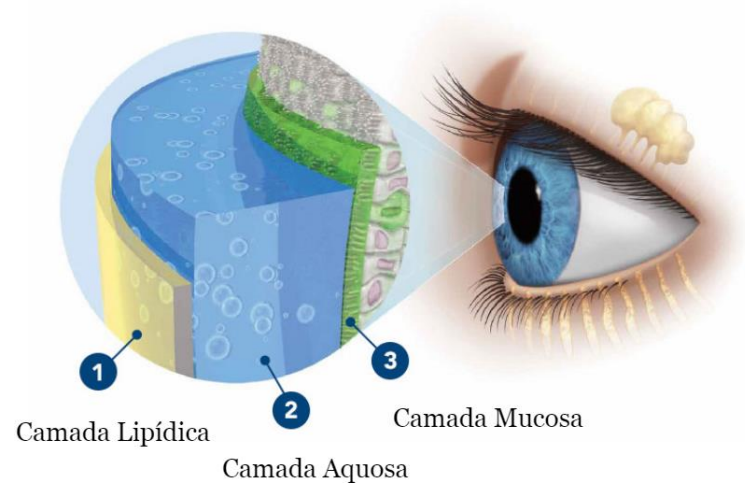
Coorientador: Prof. Dr. Aristóфанes Côrrea Silva

Roteiro

- Introdução
- Fundamentação Teórica
- Materiais e Método
- Resultados e Discussão
- Conclusão

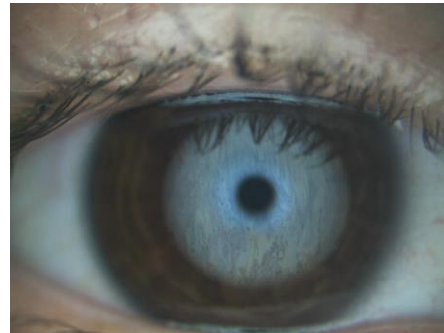
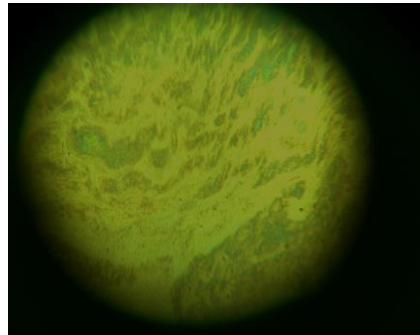
Síndrome do Olho Seco

- Ressecamento da camada lipídica do filme lacrimal.
- Causa:
 - Desconforto;
 - Danos na superfície ocular;
 - Irritação nos olhos;
 - Queimação.
- Prevalência varia de 5 a 50% da população.



Diagnóstico

- Baseado em imagens do filme lacrimal
 - Interferômetro Doane e Tearscope Plus;
 - Leitura e interpretação difíceis;
 - Sujeito a erros de interpretação.
- Subjetivo

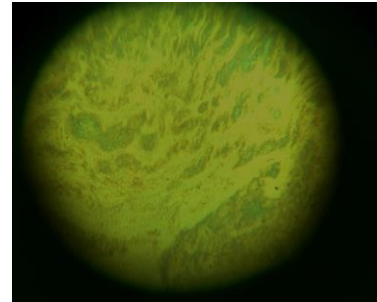
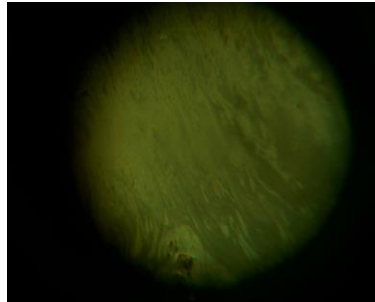


Objetivo

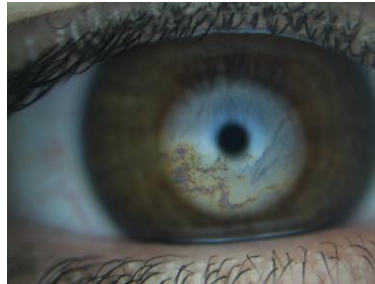
- Auxílio ao diagnóstico da Síndrome do Olho Seco a partir da classificação dos padrões de interferência da camada lipídica em imagens do filme lacrimal.
- Técnicas utilizadas
 - Descritores de textura
 - Índices de diversidade filogenética;
 - Função K de Ripley.

Instrumentos

- Tearscope Plus



- Interferômetro Doane



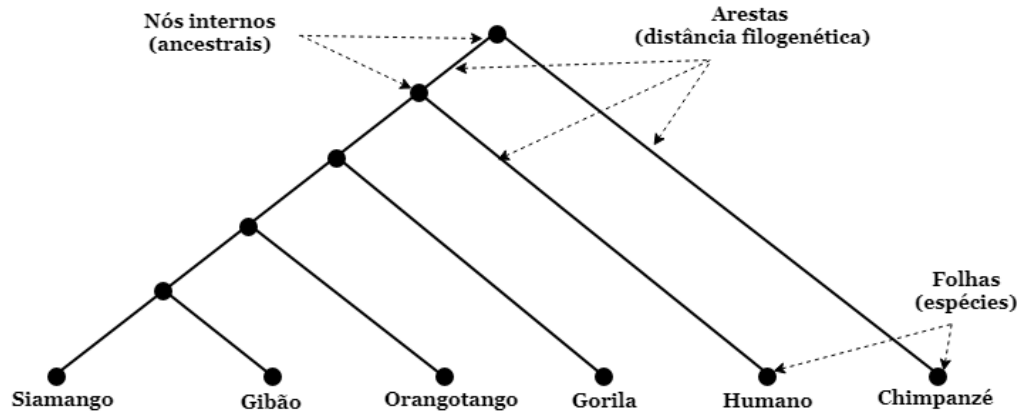
Análise de Textura

- Índices de Diversidade Filogenética
 - Distância entre pares de espécies;
 - Topologia;
 - Caminho mínimo.
- Função K de Ripley
 - Círculos;
 - Anéis.

Índices de Diversidade Filogenética

- **Árvores filogenéticas**

- Descrevem as relações evolutivas entre as espécies.



Índices de Diversidade Filogenética

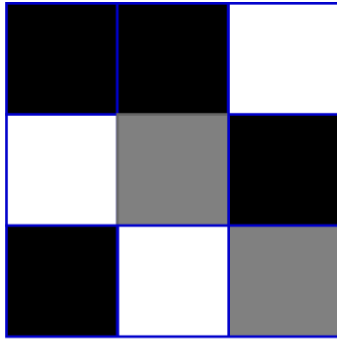
- **Processamento de Imagens**

- Adaptação dos termos usados na biologia e utilizados neste trabalho.

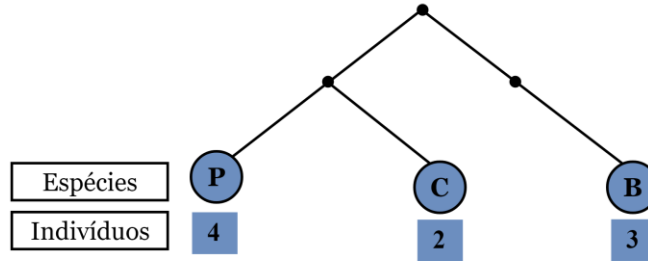
Biologia	Método Proposto
Comunidade	Região de interesse da imagem de interferometria
Espécies	Número máximo de valores de níveis de cinza na região
Indivíduos	Quantidade de <i>pixels</i> de uma determinada espécie
Distância filogenética	Número de arestas entre duas espécies

Índices de Diversidade Filogenética

- Representação genérica da árvore filogenética



(a)



(b)

P	C	B	
0	2	4	P
2	0	4	C
4	4	0	B

(c)

Índices de Diversidade Filogenética

- **Distância entre Pares de Espécies**

- Entropia quadrática intensiva:

$$I = \left[\sum d_{i,j} \right] / s^2$$

- Entropia quadrática extensiva:

$$E = \sum d_{i,j}$$

- Distinção taxonômica média entre duas espécies:

$$DTM = \left[\sum \sum_{i < j} d_{i,j} \right] / [s(s-1)/2]$$

- Distinção taxonômica média de todas as espécies:

$$DTT = \sum_i \left[\left(\sum_{i \neq j} d_{i,j} \right) (s-1) \right]$$

- Índice de diversidade pura:

$$IDP = \sum d_{i \min}$$

Índices de Diversidade Filogenética

- **Topologia**

- Soma básica de pesos:

$$Q = \sum Q_i$$

$$Q_i = I/I_i$$

$$I = \sum I_i$$

- Soma dos pesos normalizados:

$$W = \sum W_i$$

$$W_i = Q_i/Q_{min}$$

Índices de Diversidade Filogenética

- **Caminho Mínimo**

- Medida quantitativa da diversidade filogenética:

$$PD_{NODE} = \sum n_i$$

- Diversidade filogenética incluindo ramos de base:

$$PD_{ROOT} = \sum n_{iROOT}$$

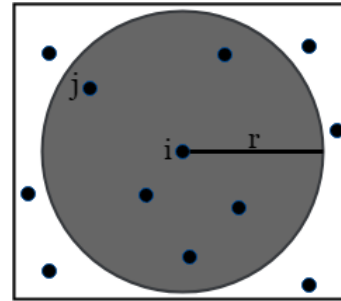
- Diversidade filogenética média:

$$AvPD = PD_{NODE}/s$$

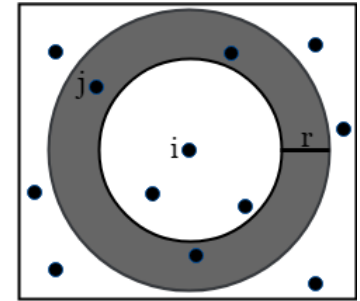
Função K de Ripley

- Calcula uma relação do total de indivíduos de uma determinada espécie distribuída em uma região de estudo.

$$R(d, i) = \sqrt{\frac{Ak(i, j)}{N}}, i \neq j$$



(a)



(b)

Classificadores

- **Bayes Net**

- Representa um conjunto de variáveis e suas dependências condicionais.

- **Naive Bayes**

- Teorema de Bayes com uma suposição de independência entre os preditores.

- **Random Forest**

- Constrói um classificador estável e forte, melhor que a árvore média criada.

- **Support Vector Machine**

- Encontra hiperplanos ideais para as classes linearmente separáveis e não separáveis.

Métricas de Desempenho

- Acurácia;
- Desvio padrão;
- F-Measure;
- Curva ROC;
- Kappa.

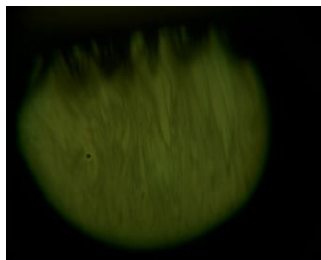
Índice <i>Kappa</i> (K)	Qualidade
$K < 0.2$	Ruim
$0.2 \leq K < 0.4$	Razoável
$0.4 \leq K < 0.6$	Bom
$0.6 \leq K < 0.8$	Muito Bom
$K \geq 0.8$	Excelente

Base de imagens

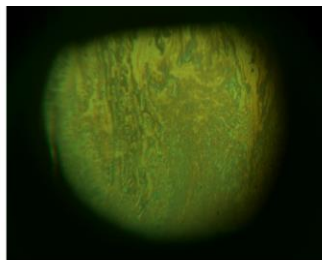
- **Interferômetro Doane**

- VOPTICAL_GCU

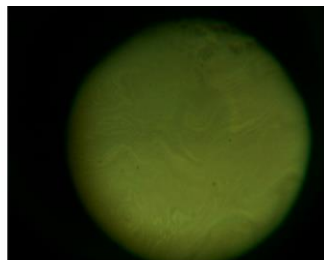
- 106 imagens: 11 franjas fortes, 25 coalescentes de franjas fortes, 30 franjas finas, 26 coalescentes de franjas finas e 14 detritos.



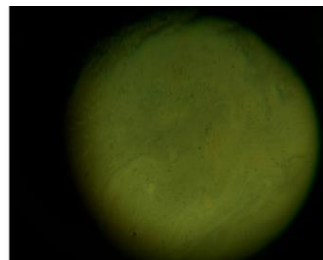
(a)



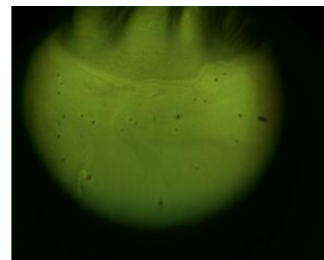
(b)



(c)



(d)

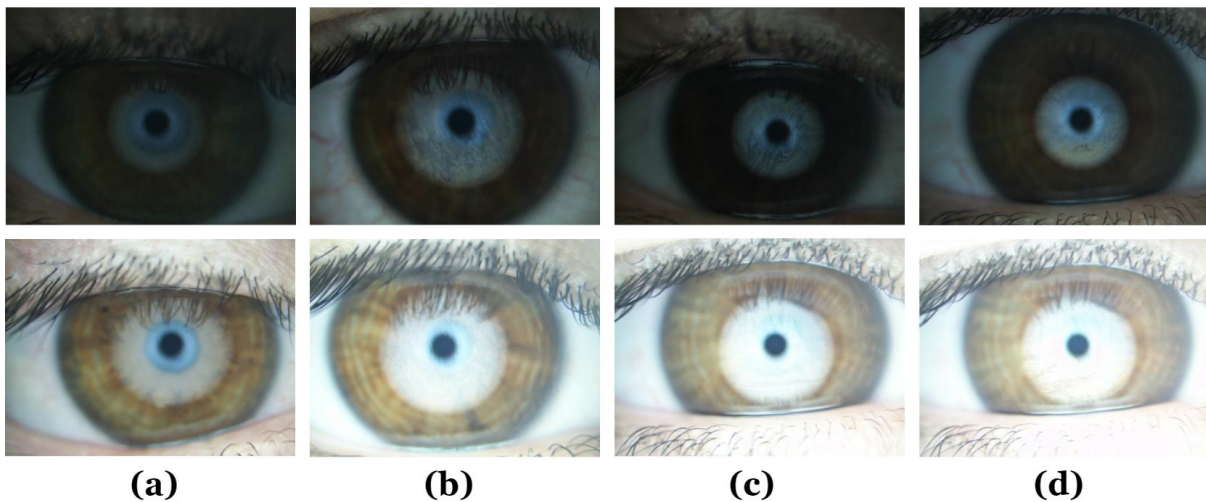


(e)

Base de imagens

- **Tearscope Plus**

- VOPTICAL_I1 e VOPTICAL_Is
 - 105 imagens: 29 malhas abertas, 29 malhas fechadas, 25 de ondas e 22 de franja de cor.
 - 406 imagens: 159 malhas abertas, 117 malhas fechadas, 90 ondas e 40 franja de cor.

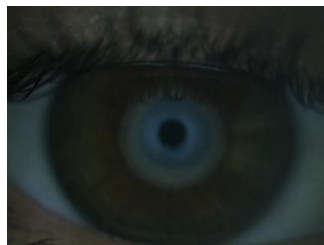


Base de imagens

- **Tearscope Plus**

- VOPTICAL_I1-v2

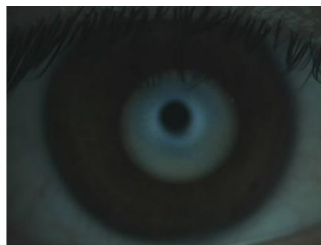
- 128 imagens: 29 malhas abertas, 29 malhas fechadas, 25 ondas, 23 amorfas e 22 franja de cor.



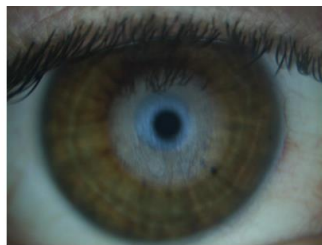
(a)



(b)



(c)

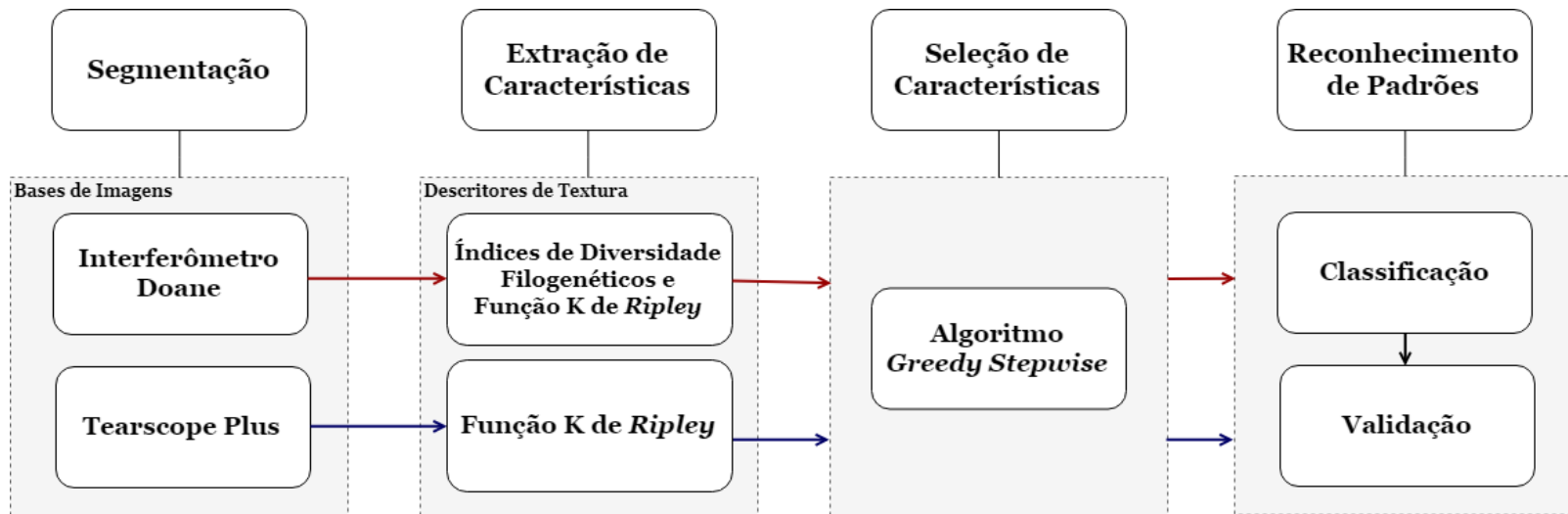


(d)



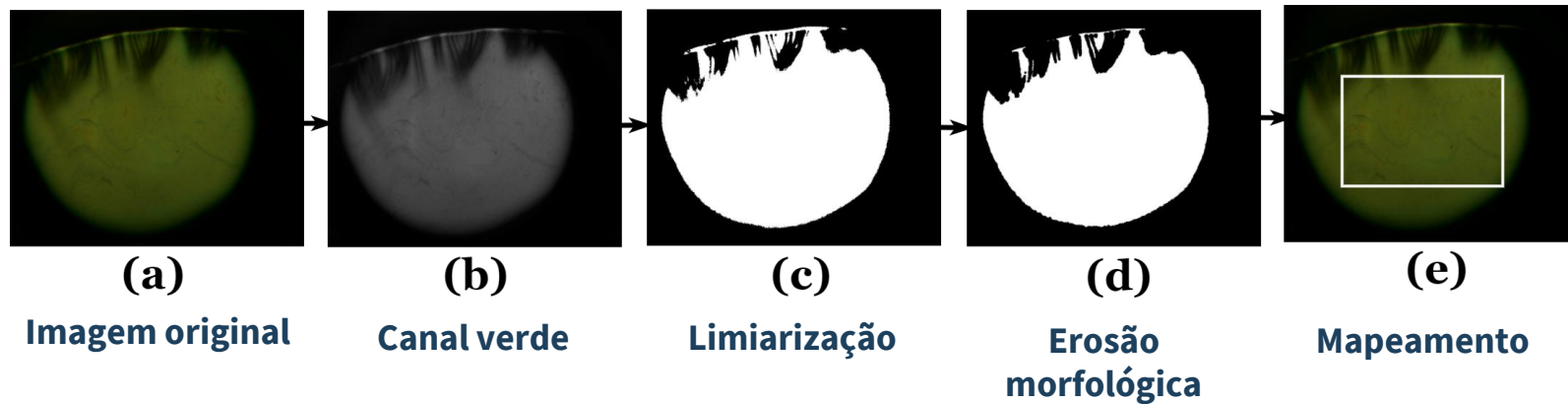
(e)

Método Proposto



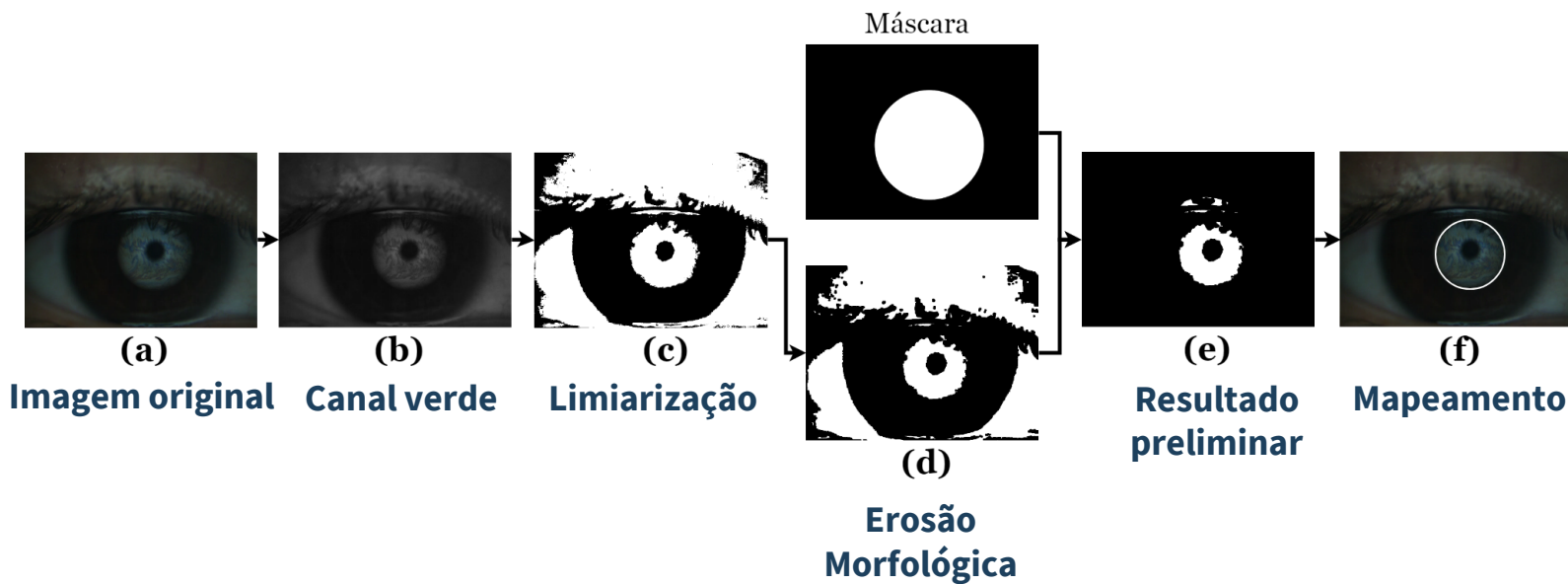
Segmentação

- Interferômetro Doane



Segmentação

- Tearscope Plus



Extração de Características

- **Função K de Ripley**

- Espaços de cores: $L^*a^*b^*$, RGB, YCbCr e Cores Oponentes;
- 6 quantizações (256, 128, 64, 32, 16 e 8);
- LBP padrão;
- 6 raios (círculos/anéis).

- Número de características

- 9072
 - 3024 (6 raios x (256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 quantizações)) para cada canal de cada espaço de cor.

Extração de Características

- **Índices de Diversidade Filogenética**

- Foi aplicado em escala de cinza.

- Número de características

- 10
 - 5 – Distância entre Pares de espécies;
 - 3 – Caminho mínimo;
 - 2 – Topologia.

Seleção de Características

- **Greedy Stepwise**

- Reduzir a dimensionalidade e aumentar a eficiência dos classificadores.

- Aplicado

- Função de Ripley;
- Função K de Ripley com os Índices de Diversidade Filogenética.

Reconhecimento de Padrões

- **Classificadores**

- Bayes Net (BN), Naive Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM) e Random Forest (RF).

- **Métricas de validação**

- Acurácia (AC), Desvio Padrão (DP), curva ROC, Kappa e F-Measure (FM).

- **Validação Cruzada**

- 10 folds;
- 5 execuções aleatórias.

Experimentos Realizados

- **Função K de Ripley**

- Círculos e Anéis.

➤ Aplicada nas imagens capturadas com o Tearscope Plus e Interferômetro Doane.

- **Índices de Diversidade Filogenética**

- Distância entre Pares de Espécies;
- Caminho mínimo;
- Topologia.

➤ Aplicada nas imagens capturadas com Interferômetro Doane.

Função K de Ripley

• Abordagem em círculos

- Tearscope Plus
 - Base VOPTICAL_I1

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
BN	CO	96,00	0,79	0,99	0,94	0,95	136
	YCbCr	99,23	0,79	0,99	0,98	0,99	92
	RGB	89,52	0,67	0,98	0,85	0,89	90
	L*a*b*	90,85	1,59	0,98	0,87	0,90	104
NB	CO	96,02	0,79	0,99	0,94	0,96	136
	YCbCr	99,04	0,67	0,98	0,98	0,99	92
	RGB	89,14	1,44	0,98	0,85	0,89	90
	L*a*b*	90,28	1,83	0,98	0,86	0,90	104
SVM	CO	89,52	2,02	0,92	0,85	0,89	136
	YCbCr	94,09	2,55	0,96	0,92	0,94	92
	RGB	89,90	1,08	0,93	0,86	0,89	90
	L*a*b*	88,57	0,95	0,92	0,84	0,88	104
RF	CO	90,66	1,04	0,98	0,87	0,90	136
	YCbCr	91,61	2,17	0,99	0,88	0,91	92
	RGB	85,71	1,16	0,96	0,80	0,85	90
	L*a*b*	87,04	1,27	0,98	0,82	0,86	104

Função K de Ripley

• Abordagem em anéis

- Tearscope Plus
- Base VOPTICAL_I1

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
BN	CO	93,71	1,44	0,99	0,91	0,93	130
	YCbCr	93,33	1,16	0,99	0,91	0,93	125
	RGB	93,71	1,97	0,99	0,91	0,93	104
	L*a*b*	91,04	2,08	0,98	0,88	0,90	100
	CO	94,28	0,67	0,99	0,92	0,94	130
NB	YCbCr	92,95	1,27	0,99	0,90	0,92	125
	RGB	93,71	1,97	0,99	0,91	0,93	104
	L*a*b*	90,66	1,83	0,98	0,87	0,90	100
SVM	CO	91,42	2,85	0,94	0,88	0,91	130
	YCbCr	90,09	2,19	0,93	0,86	0,90	125
	RGB	89,33	1,24	0,92	0,85	0,89	104
	L*a*b*	90,09	1,44	0,93	0,86	0,89	100
RF	CO	91,61	1,24	0,98	0,88	0,91	130
	YCbCr	91,23	1,04	0,98	0,88	0,91	125
	RGB	90,66	0,79	0,97	0,87	0,90	104
	L*a*b*	87,23	1,08	0,97	0,82	0,86	100

Função K de Ripley

• Abordagem em círculos

- Tearscope Plus
 - Base VOPTICAL_I1-v2

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
BN	CO	89,68	0,65	0,98	0,87	0,89	114
	YCbCr	91,87	1,18	0,99	0,89	0,91	84
	RGB	89,21	1,15	0,98	0,86	0,89	79
	L*a*b*	86,87	2,23	0,98	0,83	0,86	119
NB	CO	90,00	0,65	0,98	0,87	0,89	114
	YCbCr	91,56	0,65	0,99	0,89	0,91	84
	RGB	88,75	1,30	0,98	0,85	0,88	79
	L*a*b*	86,56	1,50	0,98	0,83	0,86	119
SVM	CO	86,40	1,18	0,91	0,82	0,86	114
	YCbCr	84,68	1,18	0,90	0,80	0,84	84
	RGB	86,56	1,69	0,91	0,83	0,86	79
	L*a*b*	87,50	1,83	0,92	0,84	0,87	119
RF	CO	86,71	0,95	0,98	0,83	0,86	114
	YCbCr	90,93	1,41	0,98	0,88	0,90	84
	RGB	85,15	1,10	0,97	0,81	0,85	79
	L*a*b*	85,31	1,28	0,97	0,81	0,84	119

Função K de Ripley

• Abordagem em anéis

- Tearscope Plus
- Base VOPTICAL_I1-v2

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
BN	CO	90,93	1,62	0,99	0,88	0,90	102
	YCbCr	93,12	0,34	0,99	0,91	0,93	89
	RGB	91,40	0,78	0,98	0,89	0,91	97
	L*a*b*	89,53	1,52	0,98	0,86	0,89	103
NB	CO	90,93	1,96	0,98	0,88	0,90	102
	YCbCr	93,12	0,34	0,99	0,90	0,93	89
	RGB	90,93	1,04	0,98	0,88	0,90	97
	L*a*b*	88,75	1,52	0,98	0,85	0,88	103
SVM	CO	90,62	1,23	0,94	0,88	0,90	102
	YCbCr	87,65	1,69	0,92	0,84	0,87	89
	RGB	86,87	1,39	0,91	0,83	0,86	97
	L*a*b*	84,53	1,94	0,90	0,80	0,84	103
RF	CO	91,40	1,99	0,99	0,89	0,91	102
	YCbCr	90,15	2,44	0,99	0,87	0,90	89
	RGB	89,06	0,55	0,97	0,86	0,88	97
	L*a*b*	88,43	0,85	0,98	0,85	0,88	103

Função K de Ripley

• Abordagem em círculos

- Tearscope Plus
 - Base VOPTICAL_Is

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
BN	CO	79,16	0,44	0,92	0,70	0,79	176
	YCbCr	75,96	1,05	0,92	0,65	0,76	140
	RGB	75,36	0,52	0,91	0,65	0,75	120
	L*a*b*	75,12	0,93	0,91	0,64	0,75	143
NB	CO	78,91	0,80	0,92	0,69	0,78	176
	YCbCr	75,76	1,09	0,91	0,65	0,75	140
	RGB	75,61	0,69	0,91	0,65	0,75	120
	L*a*b*	74,58	0,63	0,91	0,63	0,74	143
SVM	CO	80,88	0,80	0,86	0,72	0,80	176
	YCbCr	81,52	0,49	0,87	0,73	0,81	140
	RGB	81,28	0,95	0,86	0,73	0,81	120
	L*a*b*	80,49	0,40	0,86	0,72	0,80	143
RF	CO	78,76	0,70	0,93	0,68	0,77	176
	YCbCr	78,37	0,58	0,94	0,68	0,77	140
	RGB	79,16	0,61	0,93	0,69	0,78	120
	L*a*b*	76,40	0,44	0,92	0,65	0,74	143

Função K de Ripley

• Abordagem em anéis

- Tearscope Plus
- Base VOPTICAL_Is

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
BN	CO	80,78	0,87	0,93	0,72	0,80	188
	YCbCr	81,57	1,05	0,94	0,73	0,81	176
	RGB	78,52	0,66	0,93	0,69	0,78	148
	L*a*b*	77,98	1,16	0,94	0,68	0,78	169
NB	CO	81,23	0,82	0,93	0,73	0,81	188
	YCbCr	81,03	1,00	0,94	0,73	0,81	176
	RGB	78,42	0,37	0,93	0,69	0,78	148
	L*a*b*	77,93	1,10	0,93	0,68	0,78	169
SVM	CO	82,75	0,87	0,87	0,75	0,82	188
	YCbCr	83,39	0,70	0,88	0,76	0,83	176
	RGB	80,78	1,47	0,86	0,72	0,80	148
	L*a*b*	78,57	0,17	0,84	0,69	0,77	169
RF	CO	77,19	1,32	0,94	0,66	0,76	188
	YCbCr	79,06	0,42	0,95	0,69	0,77	176
	RGB	78,22	1,53	0,93	0,68	0,76	148
	L*a*b*	77,73	0,66	0,94	0,67	0,76	169

Função K de Ripley

• Abordagem em círculos

- Interferômetro Doane
- Base VOPTICAL_GCU

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
BN	CO	94,40	0,84	0,99	0,93	0,95	115
	YCbCr	95,28	0,94	0,99	0,93	0,95	106
	RGB	91,13	1,43	0,98	0,88	0,90	99
	L*a*b*	93,96	1,43	0,99	0,92	0,94	106
	CO	94,15	0,78	0,99	0,92	0,94	115
NB	YCbCr	94,71	1,07	0,99	0,93	0,94	106
	RGB	90,56	0,94	0,98	0,88	0,90	99
	L*a*b*	94,15	0,78	0,99	0,92	0,94	106
	CO	87,92	1,55	0,92	0,84	0,86	115
SVM	YCbCr	85,28	2,17	0,90	0,80	0,85	106
	RGB	83,58	2,63	0,89	0,78	0,82	99
	L*a*b*	89,05	1,07	0,92	0,85	0,88	106
	CO	89,62	0,10	0,98	0,86	0,86	115
RF	YCbCr	89,62	0,66	0,98	0,86	0,88	106
	RGB	85,84	1,76	0,97	0,81	0,84	99
	L*a*b*	85,84	1,15	0,98	0,81	0,84	106
	CO	89,62	0,10	0,98	0,86	0,86	115

Função K de Ripley

• Abordagem em anéis

- Interferômetro Doane
- Base VOPTICAL_GCU

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	VS
	CO	95,09	1,81	0,99	0,93	0,95	129
BN	YCbCr	94,52	1,03	0,99	0,92	0,94	146
	RGB	92,26	1,03	0,98	0,90	0,92	101
	L*a*b*	93,96	1,07	0,99	0,92	0,94	133
NB	CO	94,90	1,57	0,99	0,93	0,94	129
	YCbCr	94,33	1,33	0,99	0,92	0,94	146
	RGB	91,69	1,23	0,98	0,89	0,91	101
	L*a*b*	92,45	0,66	0,99	0,90	0,92	133
SVM	CO	82,64	1,95	0,88	0,77	0,80	129
	YCbCr	90,56	1,15	0,93	0,87	0,90	146
	RGB	91,32	0,78	0,94	0,88	0,90	101
	L*a*b*	92,07	1,26	0,94	0,89	0,92	133
RF	CO	83,39	2,06	0,98	0,78	0,80	129
	YCbCr	87,54	0,42	0,99	0,83	0,85	146
	RGB	88,11	0,51	0,97	0,84	0,85	101
	L*a*b*	87,73	1,15	0,98	0,83	0,86	133

Índices de Diversidade Filogenética

• Interferômetro Doane

- Base VOPTICAL_GCU

Índices baseados em:		AC(%)	DP(%)	ROC	Kappa	FM
BN	Caminho mínimo	97,34	0,42	0,98	0,96	0,97
	Distância entre pares de espécies	94,33	1,15	0,98	0,92	0,94
	Topologia	95,84	0,51	0,97	0,94	0,95
	Todos os índices	94,90	0,51	0,99	0,93	0,94
NB	Caminho mínimo	97,34	0,42	0,97	0,96	0,97
	Distância entre pares de espécies	94,90	0,84	0,98	0,93	0,94
	Topologia	95,84	0,51	0,97	0,94	0,95
	Todos os índices	94,90	0,51	0,99	0,93	0,94
SVM	Caminho mínimo	93,20	0,42	0,95	0,91	0,93
	Distância entre pares de espécies	94,71	1,57	0,96	0,93	0,94
	Topologia	95,66	0,84	0,94	0,94	0,95
	Todos os índices	93,58	1,68	0,96	0,91	0,93
RF	Caminho mínimo	96,79	0,84	0,99	0,95	0,96
	Distância entre pares de espécies	94,71	1,26	0,99	0,93	0,94
	Topologia	95,84	0,51	0,99	0,94	0,95
	Todos os índices	97,36	0,78	0,99	0,96	0,97

Função K de Ripley e Índices de Diversidade F.

• Círculos (K de Ripley)

- Interferômetro Doane
- Base VOPTICAL_GCU

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	SC
BN	CO + Cinza	98,11	0,10	0,99	0,97	0,98	81
	YCbCr + Cinza	97,73	0,51	0,99	0,97	0,97	88
	RGB + Cinza	98,49	0,51	0,99	0,98	0,98	54
	L*a*b* + Cinza	96,60	0,51	0,99	0,95	0,96	69
NB	CO + Cinza	97,54	0,51	0,99	0,96	0,97	81
	YCbCr + Cinza	97,54	0,84	0,99	0,96	0,97	88
	RGB + Cinza	98,30	0,42	0,99	0,97	0,98	54
	L*a*b* + Cinza	96,98	1,03	0,99	0,96	0,97	69
SVM	CO + Cinza	92,83	1,71	0,95	0,90	0,92	81
	YCbCr + Cinza	94,52	1,23	0,96	0,92	0,94	88
	RGB + Cinza	95,09	0,78	0,96	0,93	0,95	54
	L*a*b* + Cinza	97,54	0,84	0,98	0,96	0,97	69
RF	CO + Cinza	98,11	0,66	0,99	0,97	0,98	81
	YCbCr + Cinza	98,49	0,51	0,99	0,98	0,98	88
	RGB + Cinza	99,81	0,42	0,99	0,99	0,99	54
	L*a*b* + Cinza	98,67	0,51	0,99	0,98	0,98	69

Função K de Ripley e Índices de Diversidade F.

• Anéis (K de Ripley)

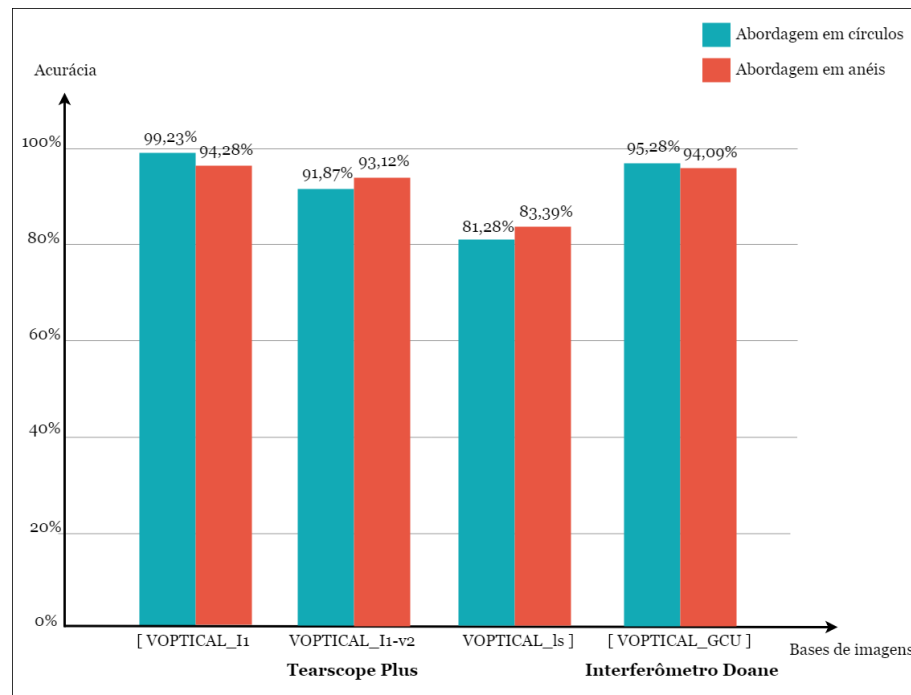
- Interferômetro Doane
- Base VOPTICAL_GCU

	EC	AC(%)	DP(%)	ROC	<i>Kappa</i>	FM	SC
BN	CO + Cinza	99,05	0,10	0,99	0,98	0,99	89
	YCbCr + Cinza	97,73	0,51	0,97	0,97	0,99	111
	RGB + Cinza	98,30	0,78	0,99	0,97	0,98	85
	L*a*b* + Cinza	97,54	0,51	0,99	0,96	0,97	89
NB	CO + Cinza	99,05	0,04	0,99	0,98	0,99	89
	YCbCr + Cinza	97,73	0,516	0,99	0,97	0,97	111
	RGB + Cinza	98,49	1,07	0,99	0,98	0,98	85
	L*a*b* + Cinza	97,73	0,84	0,99	0,97	0,97	89
SVM	CO + Cinza	94,33	1,49	0,96	0,92	0,94	89
	YCbCr + Cinza	96,79	0,51	0,98	0,95	0,96	111
	RGB + Cinza	93,58	0,78	0,95	0,91	0,93	85
	L*a*b* + Cinza	96,22	0,94	0,97	0,95	0,96	89
RF	CO + Cinza	99,43	0,51	0,99	0,99	0,99	89
	YCbCr + Cinza	98,49	0,51	0,99	0,98	0,98	111
	RGB + Cinza	97,92	0,78	0,99	0,97	0,97	85
	L*a*b* + Cinza	97,92	0,42	0,99	0,97	0,97	89

Resumo dos Resultados

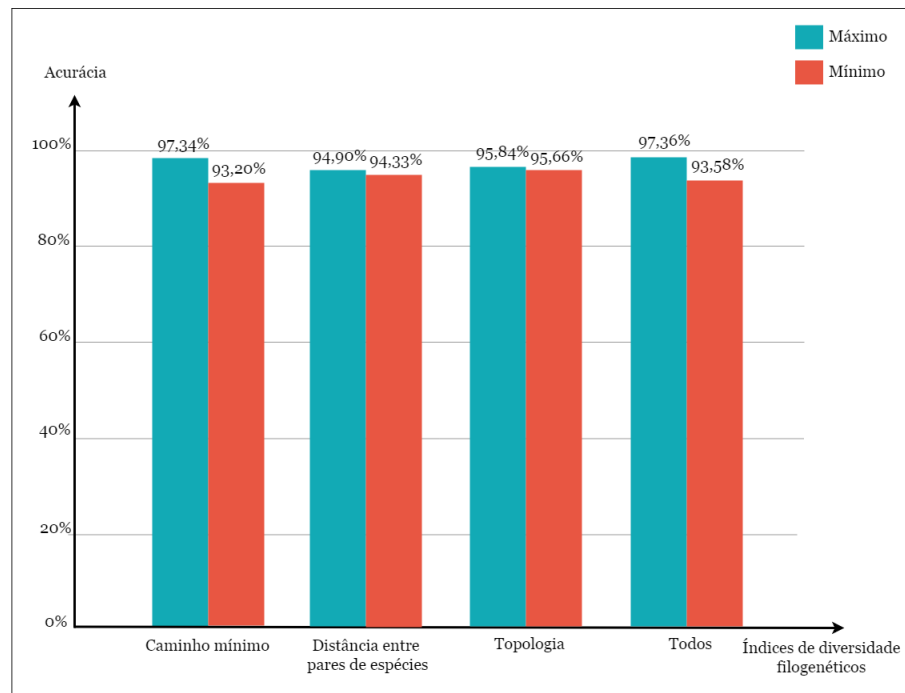
- **Função K de Ripley**

- Tearscope Plus
- Interferômetro Doane



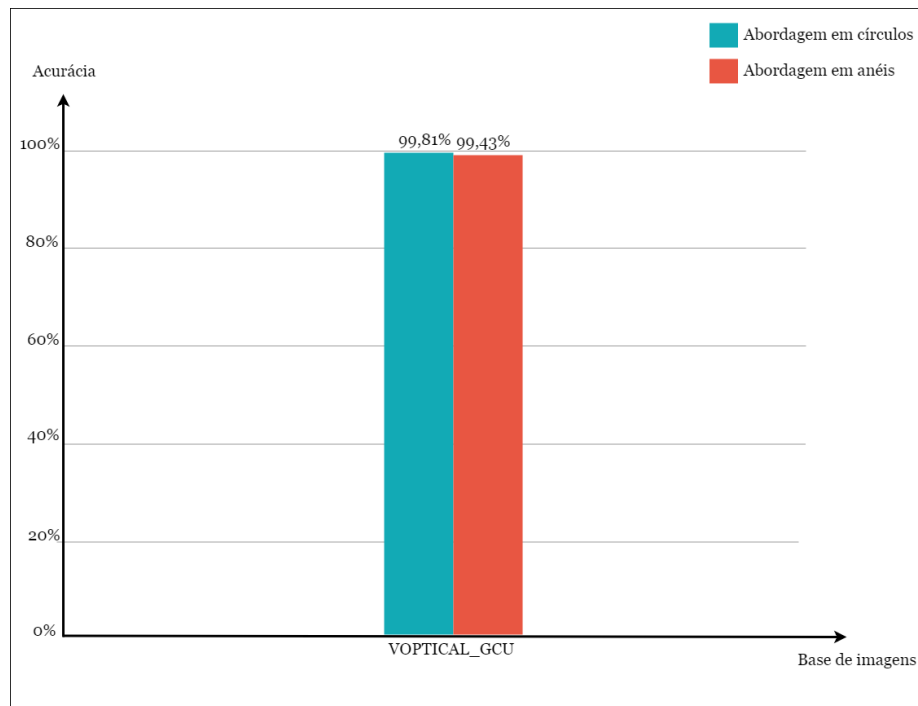
Resumo dos Resultados

- **Índices de Diversidade Filogenética**
 - Interferômetro Doane



Resumo dos Resultados

- **Função K de Ripley e Índices de Diversidade Filogenética**
 - Interferômetro Doane



Comparação com outros trabalhos

Tearscope Plus	Trabalho	Técnica(s)	Base	Amostra	Acurácia
	(REMESEIRO et al., 2018)	Matriz de coocorrência no espaço de cor $L^*a^*b^*$	VOPTICAL_I1	105	96%
	(REMESEIRO et al., 2014)	Filtros <i>Butterworth</i> , <i>Gabor</i> , transformada discreta de <i>Wavelet</i> , campos aleatórios de <i>Markov</i> e coocorrência, seleção de características CFS, consistência e INTERACT	VOPTICAL_I1	105	97,14%
	(MÉNDES et al., 2013)	Matriz de coocorrência, seleção de características CFS e método TOPSIS	VOPTICAL_I1	105	95%
	(REMESEIRO et al., 2012)	Matriz de coocorrência em espaços de cores	VOPTICAL_I1	105	96,19%
	(REMESEIRO et al., 2011)	Filtros <i>Butterworth</i> , <i>Gabor</i> , transformada discreta de <i>Wavelet</i> , campos aleatórios de <i>Markov</i> e coocorrência	VOPTICAL_I1	105	96,19%
	(RAMOS et al., 2011)	Banco de filtros passa banda	VOPTICAL_I1	105	91,43%
	(REMESEIRO et al., 2016)	Matriz de coocorrência, seleção de características CFS	VOPTICAL_I1-v2	128	96,09%
	(REMESEIRO et al., 2014)	Filtros <i>Butterworth</i> , <i>Gabor</i> , transformada discreta de <i>Wavelet</i> , campos aleatórios de <i>Markov</i> e coocorrência, seleção de características CFS, consistência e INTERACT	VOPTICAL_Is	406	93,84%
	(CALVO et al., 2010)	Banco rotacionalmente invariante de filtros passa banda	PRIVADA	91	86,41%
			VOPTICAL_I1	105	99,23%
	Método Proposto	Função K de Ripley	VOPTICAL_I1-v2	128	93,12%
			VOPTICAL_LS	406	83,39%

Comparação com outros trabalhos

Interferômetro Doane

Trabalho	Técnica(s)	Base	Amostra	Acurácia
(REMESEIRO et al., 2015)	Processamento de sinais, modelo e estatístico	VOPTICAL_GCU	106	93,40%
(VILLAYERDE et al., 2014)	Processamento de sinais, modelo e estatístico e seleção de características CFS, consistência e INTERACT	VOPTICAL_GCU	106	91,51%
Método Proposto	Função K de Ripley	VOPTICAL_GCU	106	95,28%
	Índices de Diversidade Filogenéticos	VOPTICAL_GCU	106	97,36%
	Função K de Ripley e Índices de Div. Filog.	VOPTICAL_GCU	106	99,81%

Conclusão

- Altas taxas de incidência da síndrome do olho seco em todo o mundo.
- Foi proposto um método para classificação das categorias da camada lipídica em imagens do filme lacrimal.
 - Índices de diversidade filogenética e função K de Ripley.
- Resultados promissores.

Trabalhos Futuros

- Realizar experimentos com os índices de diversidade filogenética nas imagens das bases capturadas com o Tearscope Plus;
- Investigar a aplicabilidade de novos índices de diversidade;
- Usar variações do LBP, como os algoritmos de LBP circular e CLBP;
- Avaliar outras técnicas de estatística espacial e testar outro seletor de características;
- Aplicar outras sub-regiões e em outros espaços de cores;
- Realizar testes com outras técnicas de aprendizado de máquina, como abordagens de aprendizagem profunda, ou outros classificadores;
- Aplicar o método proposto para a caracterização de textura de anormalidades de outros tipos de imagens.

Produções Científicas

Local	Artigo	Qualis	Status
Simpósio	CRUZ, L. B.; ARAÚJO, J. D.; SOUSA, J. A.; ALMEIDA, J. D.; JÚNIOR, G. B.; SILVA, A. C.; PAIVA, A. C. Classificação do Filme Lacrimal usando a Função K de Ripley como Descritor de Textura. Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS_CSBC), v. 18, n. 1/2018, 2018.	B4	PU
Simpósio	CRUZ, L. B.; ARAÚJO, J. D. L.; SOUZA, J. C.; SOUSA, J. A.; ALMEIDA, J. D. S.; JUNIOR, G. B.; SILVA, A. C.; PAIVA, A. C. Tear Film Classification Using Phylogenetic Diversity Indexes as Texture Descriptor. In: 2018 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). IEEE, 2018. p. 00853-00858.	A2	PU
Periódico	CRUZ, L. B.; SOUZA, J. C.; SOUSA, J. A.; SANTOS, A. M.; PAIVA, A. C.; ALMEIDA, J. D. S.; SILVA, A. C.; JÚNIOR, G. B. Dry Eye Classification in Interferometry Images using Phylogenetic Diversity Indexes. Journal of Visual Communication and Image Representation.	A2	SU



Obrigada!