

# Crimes contra a mulher: desenvolvimento de kits para identificação de marcadores forenses em fluidos biológicos

### Coordenadores:

#### **Josué Carinhanha Caldas Santos**

Instituto de Química e Biotecnologia (IQB)  
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

#### **Eduardo Jorge Pilau**

Departamento de Química  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

**Área de avaliação:** Química

**Linha D:** Processamento de local de crime (tecnologia e inovação em coletas não-destrutivas, preservação e análise de vestígios e fortalecimento da cadeia de custódia)

#### Josué Carinhonha Caldas Santos (PQ-2 do CNPq)



**Experiência:** no desenvolvimento de métodos bioanalíticos, preparo de amostra e determinação de diferentes espécies em variadas matrizes por técnicas espectrométricas e avaliação biofísica de compostos com atividade biológica e macromoléculas (DNA, proteínas e enzimas).

**Grupo de Pesquisa:** Laboratório de Instrumentação e Desenvolvimento em Química Analítica (LINQA)

**Produção (5 anos, 2018 - 2022):** 42 artigos publicados ( $h = 15$ ) e 03 patentes depositadas.

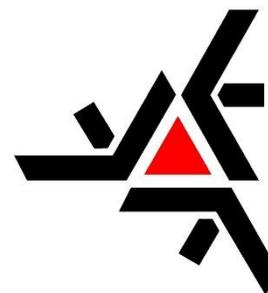
**Formação de recursos humanos:** orientação de IC, M, D e supervisão de pós-doutorado.

**Coordenação de projetos:** 03 Fapeal, 02 CNPq, 01 Capes. Sendo 03 projetos em vigência.

Instituição proponente:



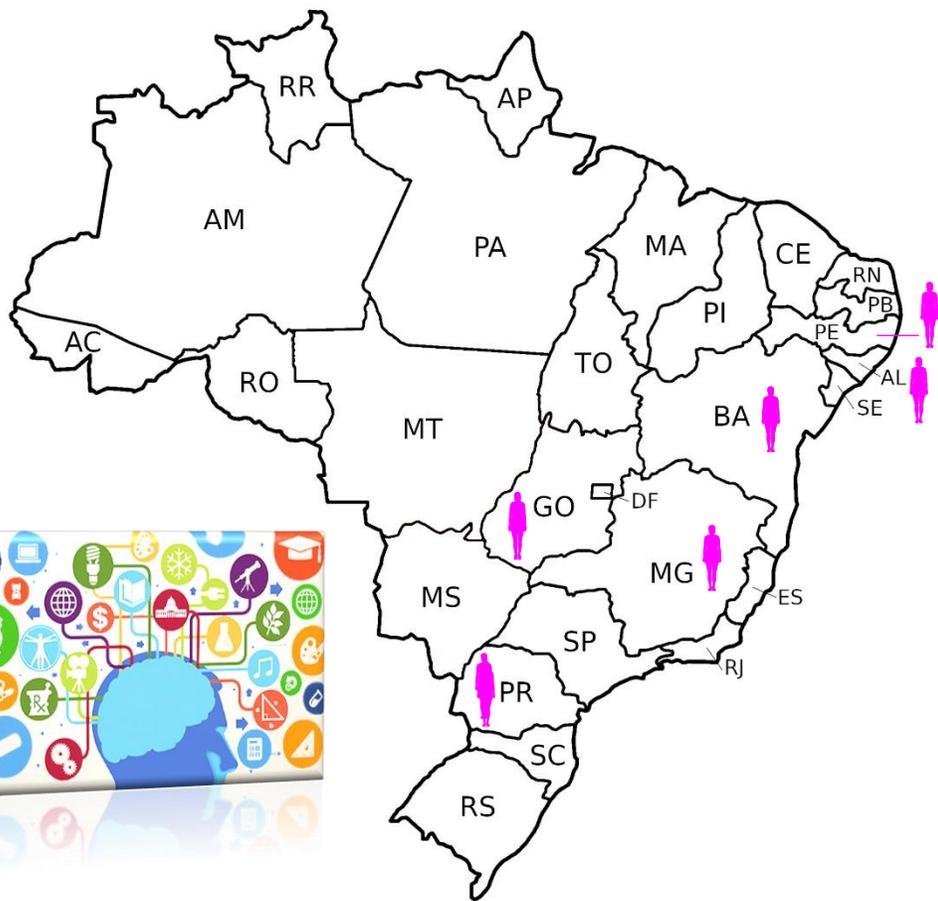
Instituições associadas:



# Equipe

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

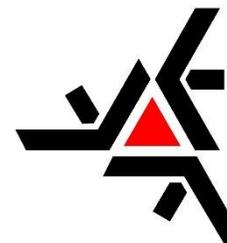
Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses



### Universidades (pesquisadores):



UFAL



UEM



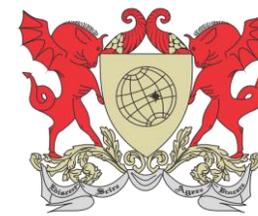
UFPE



UFBA



UFMG



UFV



UFG

### Polícia Científica e PF:



Polícia Científica do Estado de Alagoas (POLC / AL)



Superintendência Regional da Polícia Federal em Pernambuco

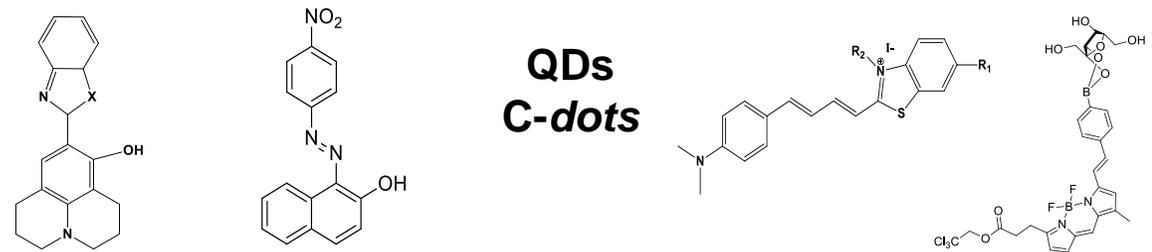
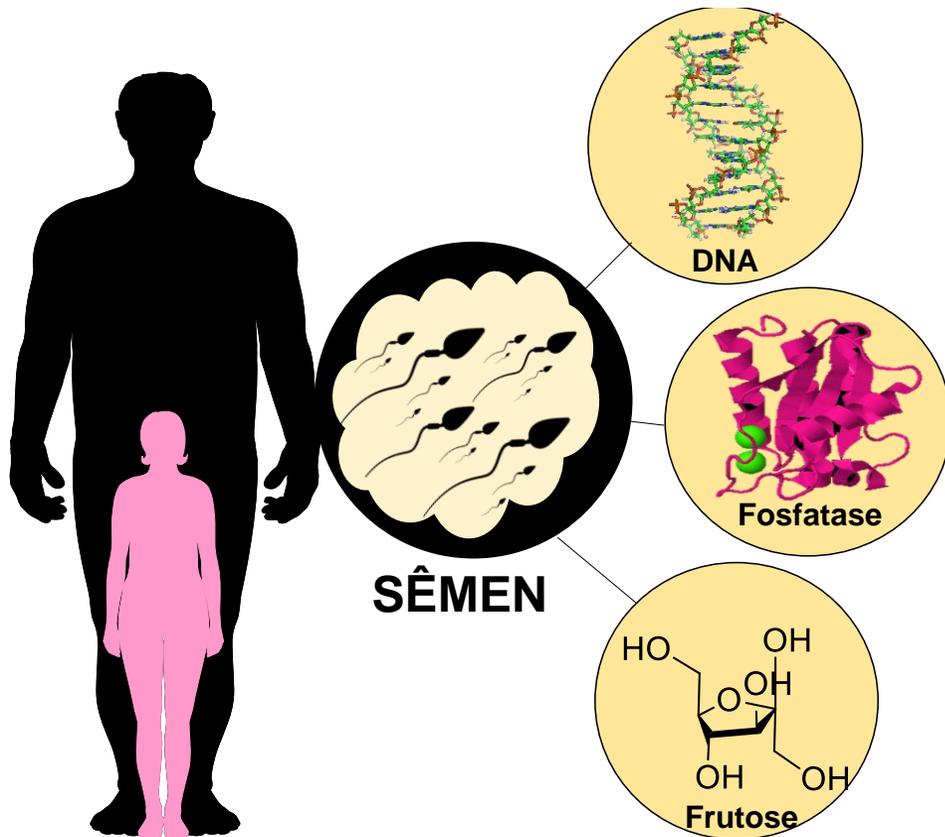
# Objetivo GERAL

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

Desenvolver kits para identificação de sêmen e DNA em vestígios forenses oriundos de crimes sexuais contra a mulher.

CRIMES CONTRA A MULHER → VESTÍGIOS → MARCADORES FLUORESCENTES E COLORIMÉTRICOS



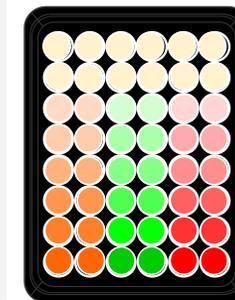
Resposta rápida

Baixo custo

**KITs**

*In situ* e Laboratório

Inovação



# Objetivos ESPECIFICOS

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

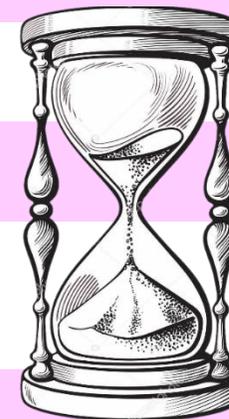
Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

- (1) Desenvolvimento, otimização e validação de kits colorimétricos e fluorimétricos (até 05 kits) associadas a crimes sexuais;
- (2) Formação de recursos humanos qualificados a nível de M, D e PD em âmbito multi-institucional;
- (3) Fortalecimento dos grupos de pesquisa envolvidos e intercâmbio entre as IES e a perícia oficial participantes;
- (4) Melhorar os índices de produção acadêmico-científica dos programas participantes, em especial o PPGQB/UFAL (Conceito 4) devido ao registro de patentes e publicação de artigos científicos de impacto;
- (5) Realizar intercâmbio docente e discente entre as instituições brasileiras, estimulando a mobilidade entre os membros dos PPGs.



Meta	Especificação das ações	Cronograma de execução									
		2020		2021		2022		2023		2024	
		2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	
1	Planejamento das atividades iniciais com estabelecimento de prazos	X	-	-	-	-					
2	Desenvolvimento, otimização e validação do kit colorimétrico MACFOR COLOR - S	-	X	X	X	X					
3	Desenvolvimento, otimização e validação do kit colorimétrico MACFOR COLOR IND - S	-	-	X	X	X					
4	Desenvolvimento, otimização e validação do kit fluorimétrico MACFOR BIO - DNA	-	X	X	X	X					
5	Desenvolvimento, otimização e validação do kit fluorimétrico MACFOR FLUOR - S	-	-	X	X	X					
6	Desenvolvimento, otimização e validação do kit fluorimétrico MACFOR IMAGE	-	-	-	-	X					
7	Formação de recursos humanos qualificados a nível de mestrado, doutorado e pós-doutorado em âmbito multi-institucional	-	X	X	X	X					
8	Divulgação dos resultados obtidos (relatórios técnicos, seminários, congressos nacionais e internacionais na forma de comunicações orais e apresentação de pôsteres)	-	-	-	-	X					
9	Divulgação dos resultados em documentos oficiais dos órgãos de Segurança Pública do Brasil de forma a informar à Sociedade os avanços alcançados a partir da colaboração entre a academia e a POAL / PF para redução dos índices de crime contra mulher	-	-	-	-	X					
10	Confecção de patentes e artigos científicos referente aos kits desenvolvidos	-	-	-	-						
11	Intercâmbio entre docentes/discente das IES (UFAL e UEM)	-	-	-	-	X					
12	Seminários nacionais de acompanhamento que devem ocorrer em Brasília/DF.	-		X		X					

40%



# Cronograma de Execução

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Editais 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses



### BOLSAS:

- (1) M = Marcone Alcântara
- (1) D = Amanda Luise Nascimento
- (1) PD = Verônica Diniz Silva (concluída)
- (2) M = FEV/2023 (previsão de implementação)

### VIOLÊNCIA SEXUAL

**66.020** estupros em **2021**  
↑ **4,2%**

**75,5%** das vítimas eram vulneráveis, incapazes de consentir



**61,3%** tinham até **13 anos**

**79,6%** dos casos o autor era conhecido da vítima

Anuário Brasileiro de Segurança Pública (2022)



**85%** das mulheres tem medo de serem vítimas de crime sexual

**100** crianças e adolescentes de até **14 anos** são estupradas por dia

**01** estupro a cada **10 min**



### VIOLÊNCIA SEXUAL

**66.020** estupros em **2021**  
↑ **4,2%**

**75,5%** das vítimas eram vulneráveis, incapazes de consentir



**61,3%** tinham até **13 anos**

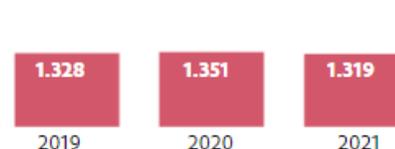
**79,6%** dos casos o autor era conhecido da vítima



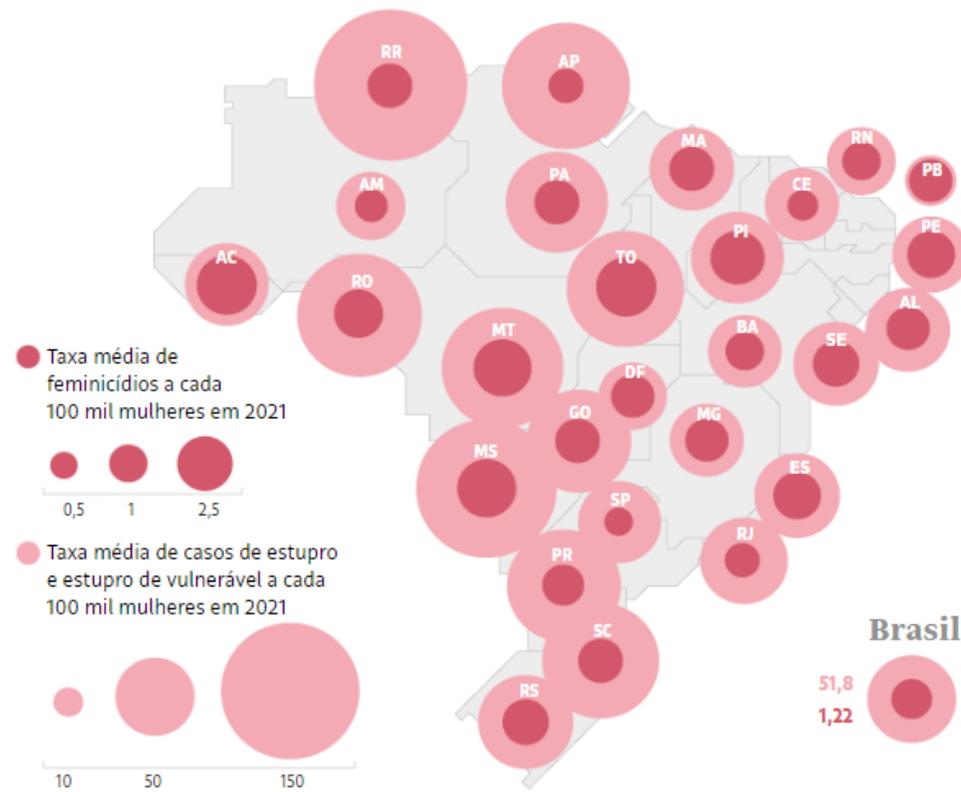
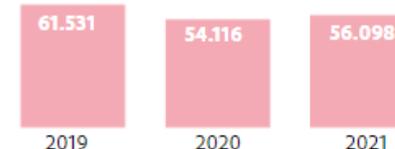
Anuário Brasileiro de Segurança Pública (2022)

### Estupro e feminicídio no Brasil

Casos de feminicídio

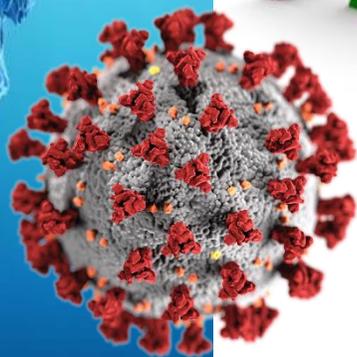
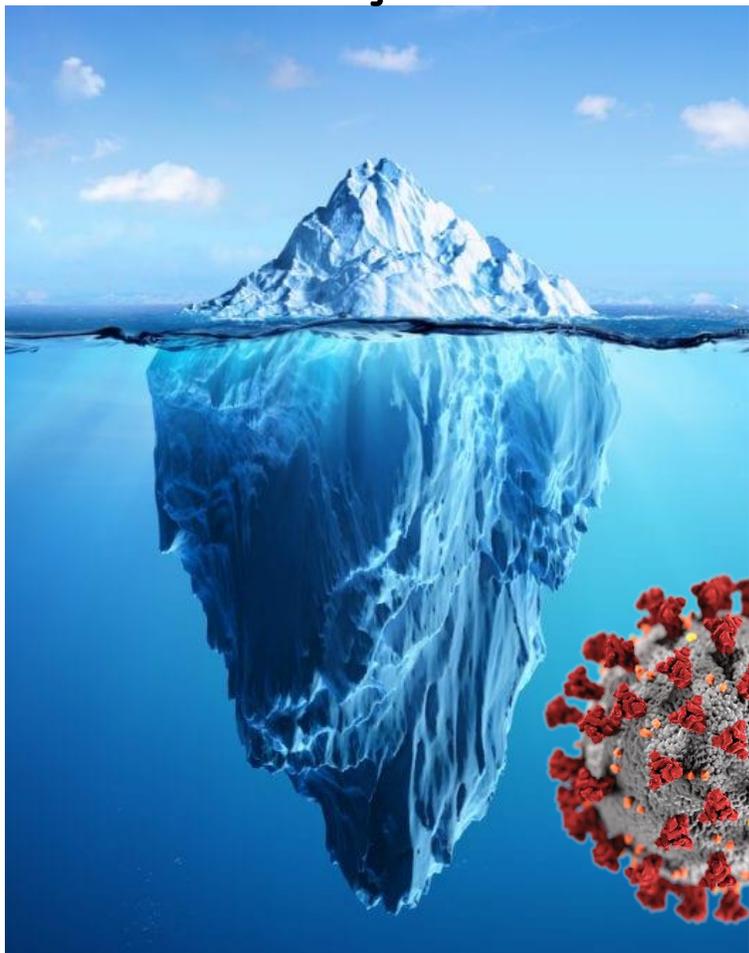


Casos de estupro e estupro de vulnerável



Fonte: Fórum Brasileiro de Segurança Pública

### SUBNOTIFICAÇÃO



2020\*

### PASSIVO DE CRIMES SEXUAIS

Alagoas: ~ 3 mil amostras

Brasil: ~ 150 mil amostras.



- Informações confiável
- Tempo
- Análise *in situ*
- Frequência analítica
- Procedimentos simples
- Baixo custo e portátil
- Sensível e seletivo
- Não destrutivo
- Capacidade de decisão

### 01 MACFOR COLOR - S



### 02 MACFOR FLUOR - S



### MACFOR BIO - DNA 03



### MACFOR IMAGE 04



# Colorimetria



**MACFOR COLOR - S**

**MACFOR FLUOR - S**

**MACFOR BIO-DNA**

**MACFOR IMAGE**





**Fluorescência**

**MACFOR COLOR - S**

**MACFOR FLUOR - S**

**MACFOR BIO-DNA**

**MACFOR IMAGE**



**Resultados  
obtidos**

**SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO**

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

**Fluorescência**

**MACFOR COLOR - S**

**MACFOR FLUOR - S**

**MACFOR BIO-DNA**

**MACFOR IMAGE**

**DUAL**

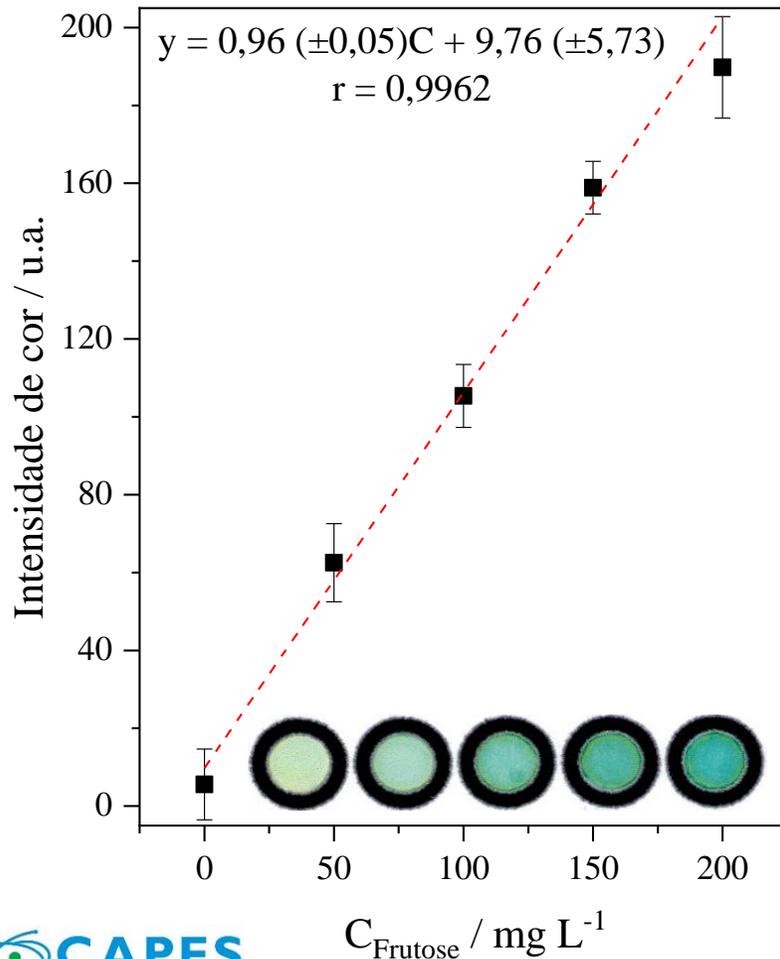
**Colorimetria**



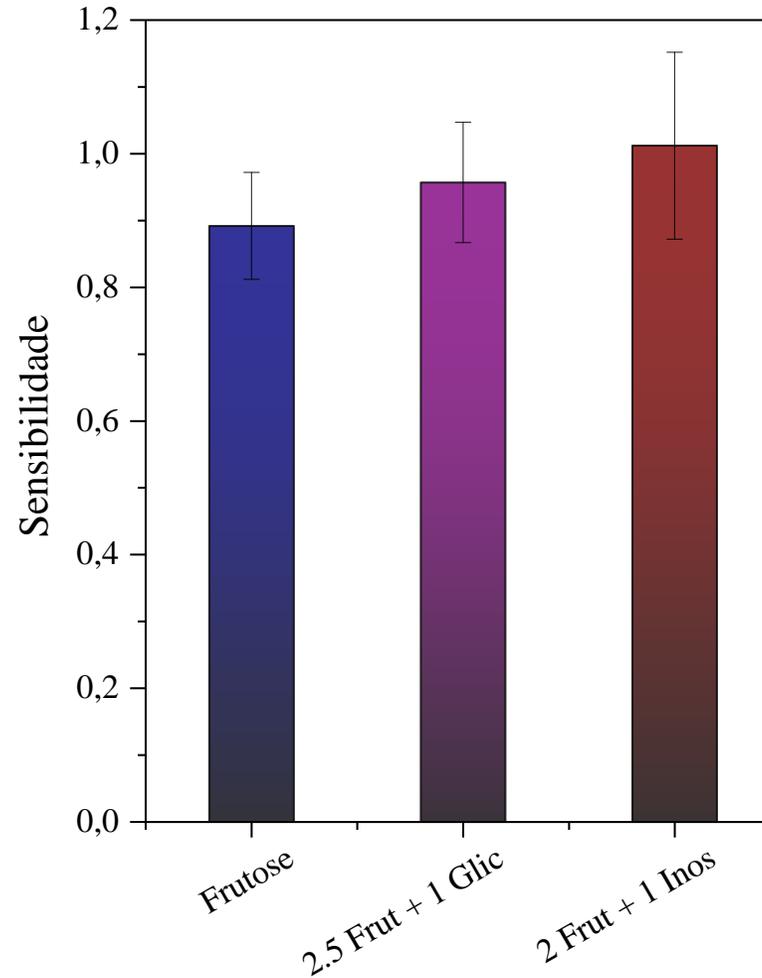
# Resultados obtidos

### (1) MACFOR: COLOR - S (FRUTOSE)

Faixa linear: 0 - 200 mg L<sup>-1</sup>



### Interferentes



### Frutose



### Frutose + glicose



### Frutose + inositol



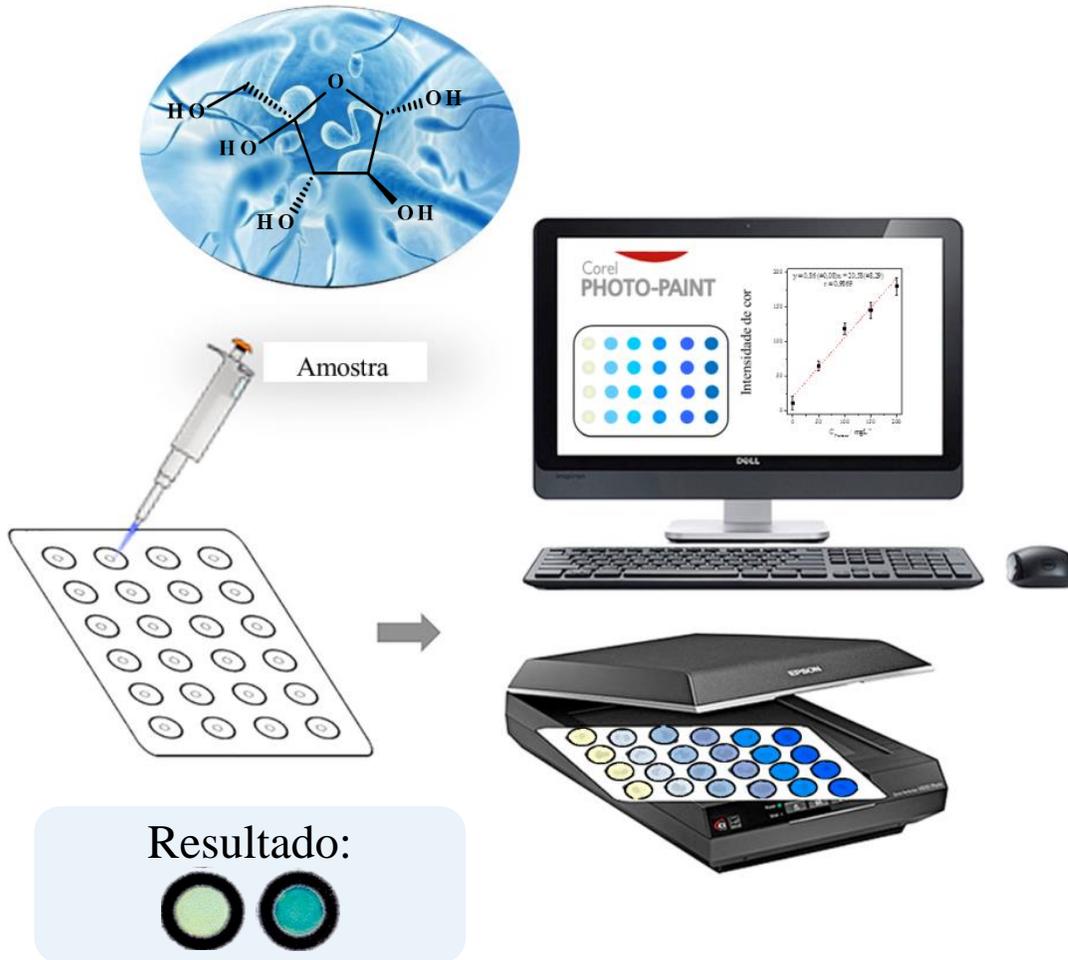
# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

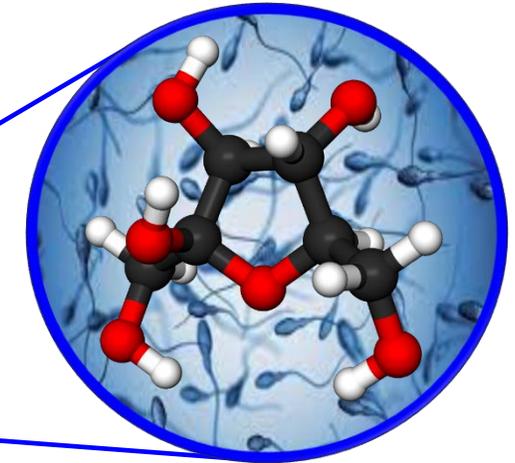
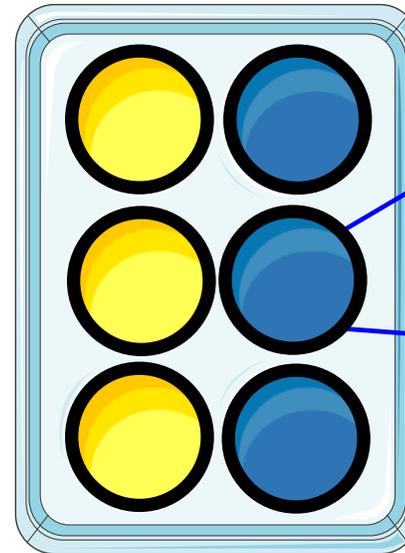
Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (1) MACFOR: COLOR - S (FRUTOSE)

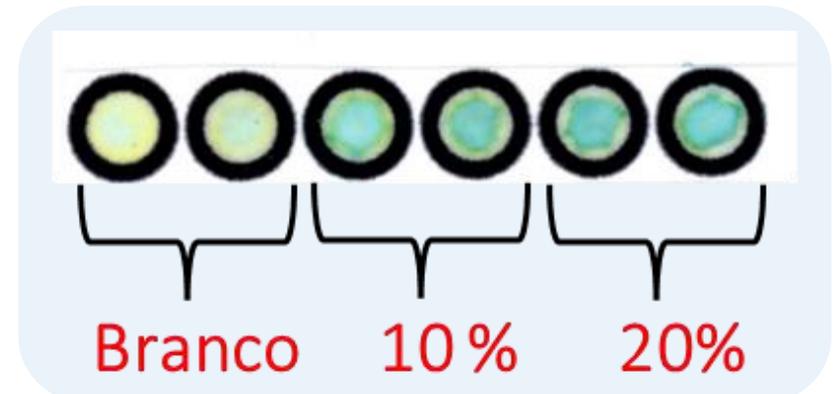
Amostra real de sêmen



Negativo Positivo



Resultado:



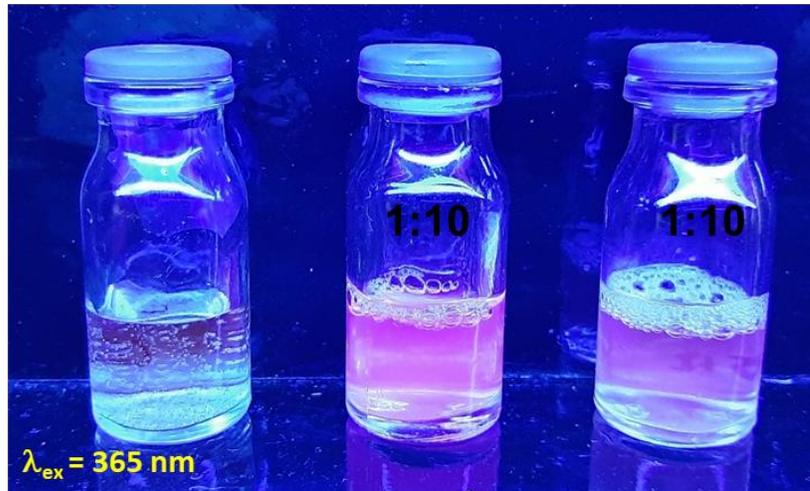
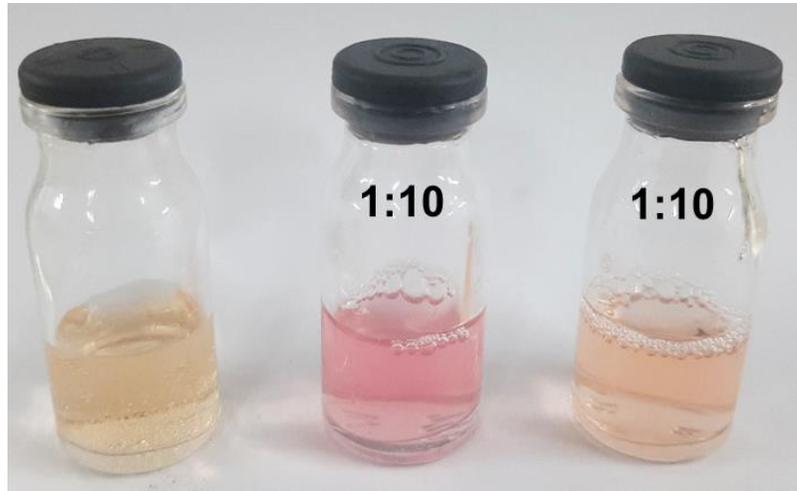
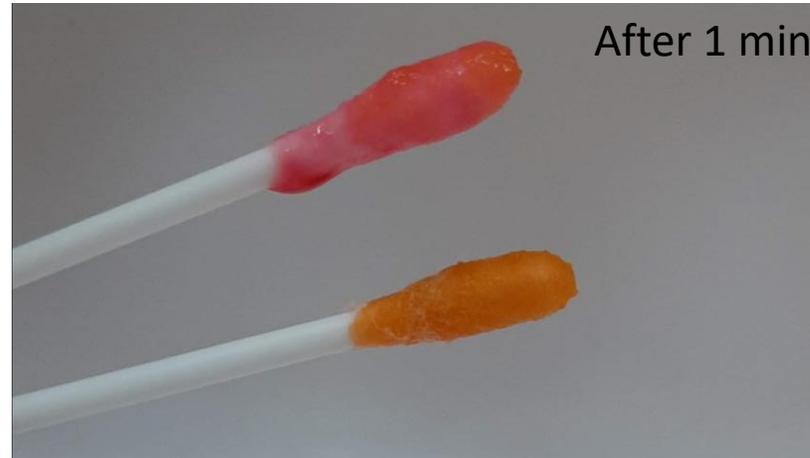
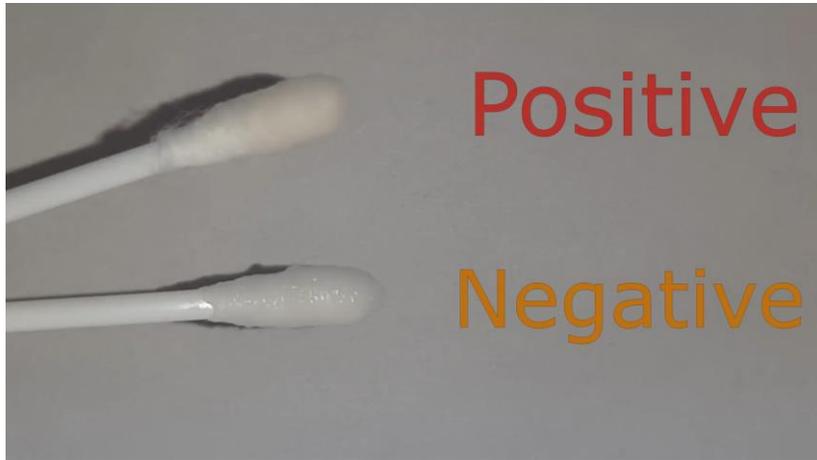
# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (2) MACFOR: FLUOR - S (FOSFATASE ÁCIDA)

Amostra real de sêmen



Probe (P)

P + S

S +  $\text{MoO}_4^{2-}$  + P

Probe (P)

P + S

S +  $\text{MoO}_4^{2-}$  + P

# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

(2) MACFOR: FLUOR - S (FOSFATASE ÁCIDA)

Amostra real de sêmen



# Resultados obtidos

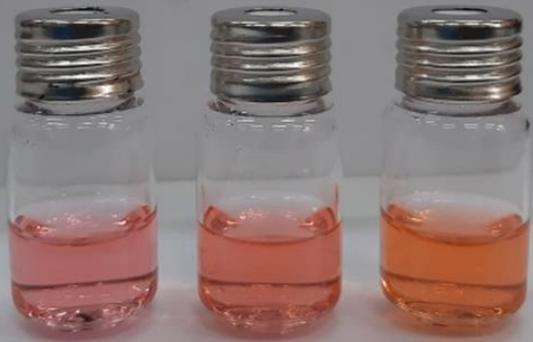
## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

(2) MACFOR: FLUOR – S2 (FOSFATASE ÁCIDA)

Amostra real de sêmen

Control 1:100 1:20



Control 1:100 1:20

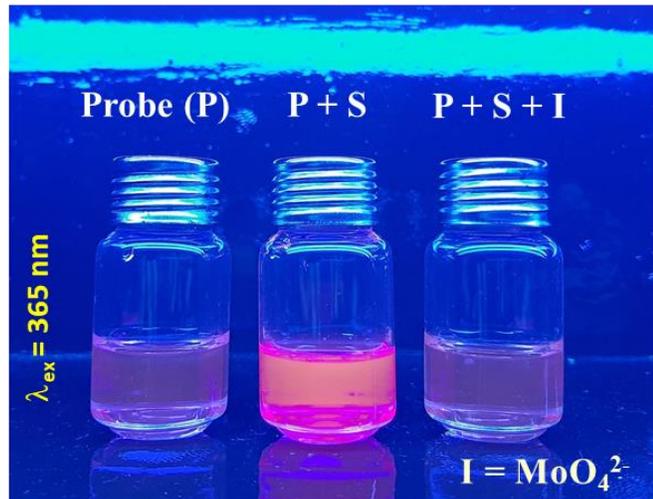


Probe (P) P+S P+S+I



I =  $\text{MoO}_4^{2-}$

Probe (P) P+S P+S+I



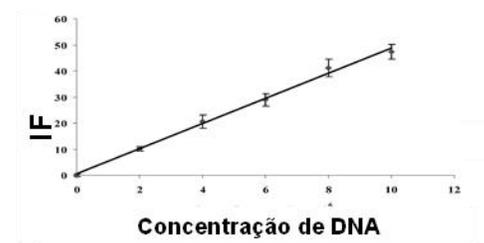
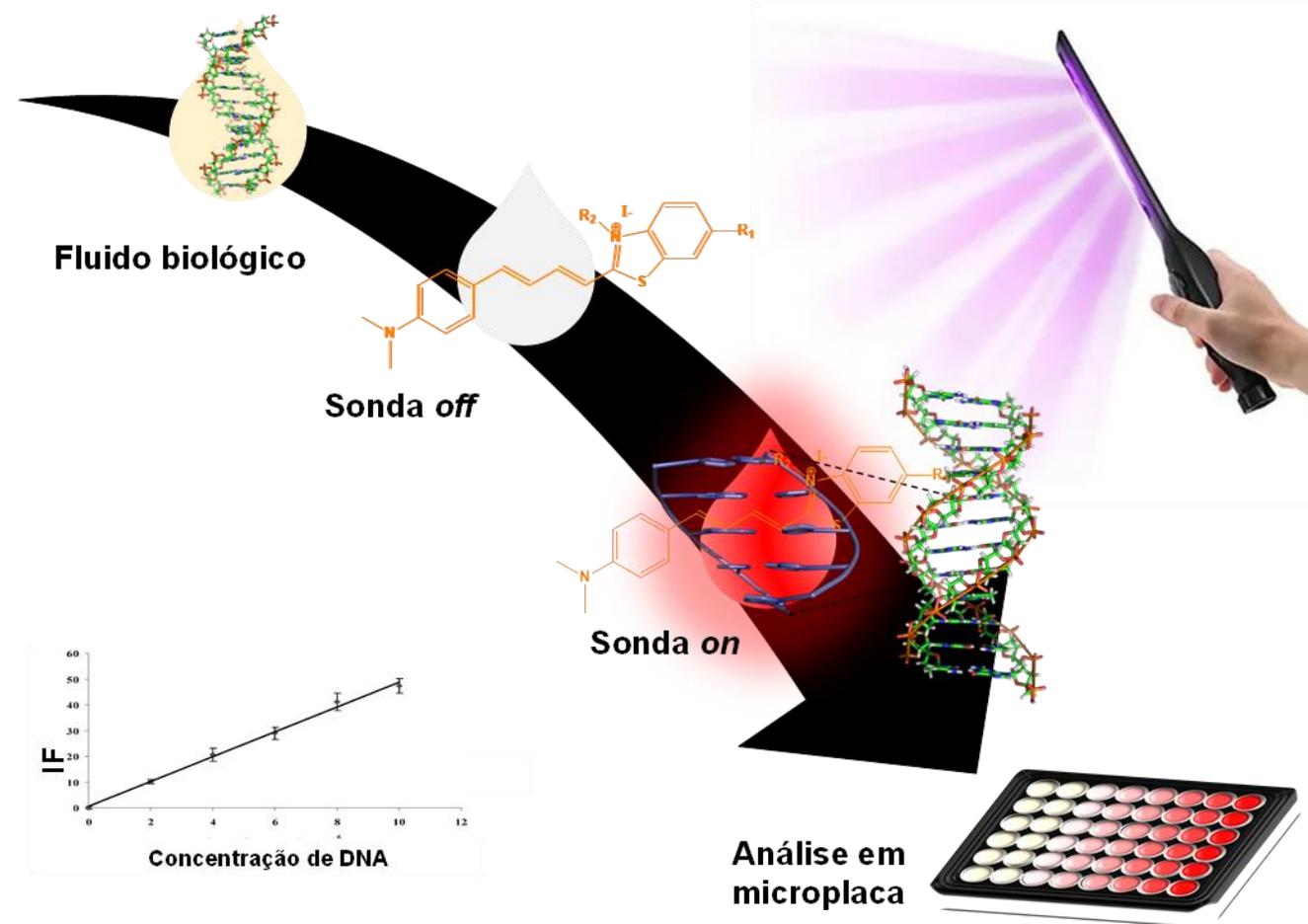
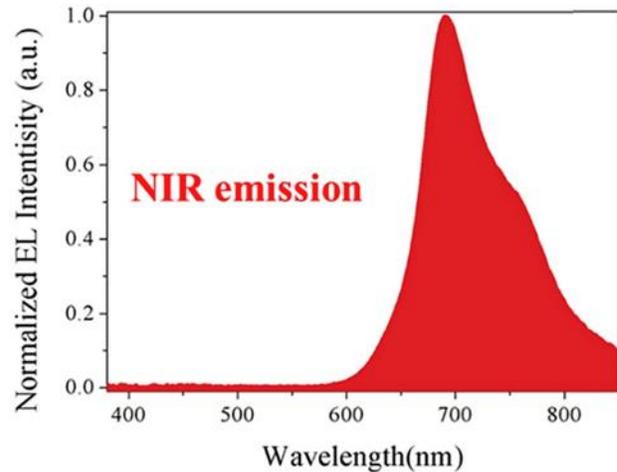
# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (3) MACFOR: BIO DNA

#### Sondas com emissão no NIR

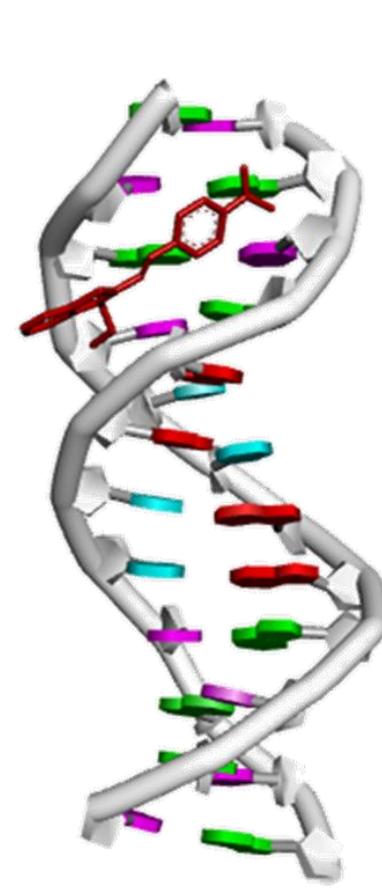
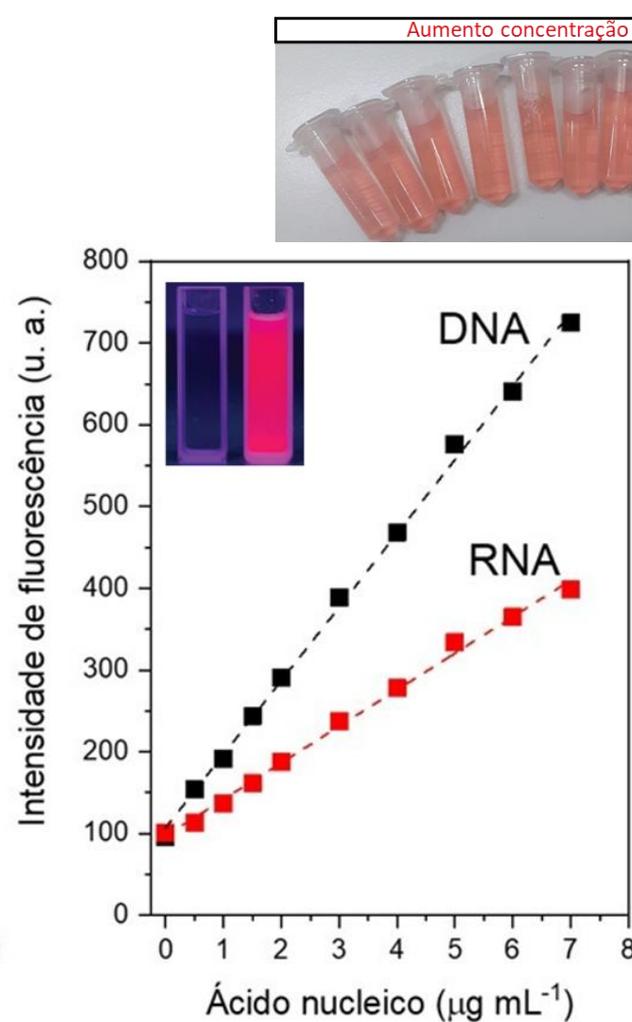
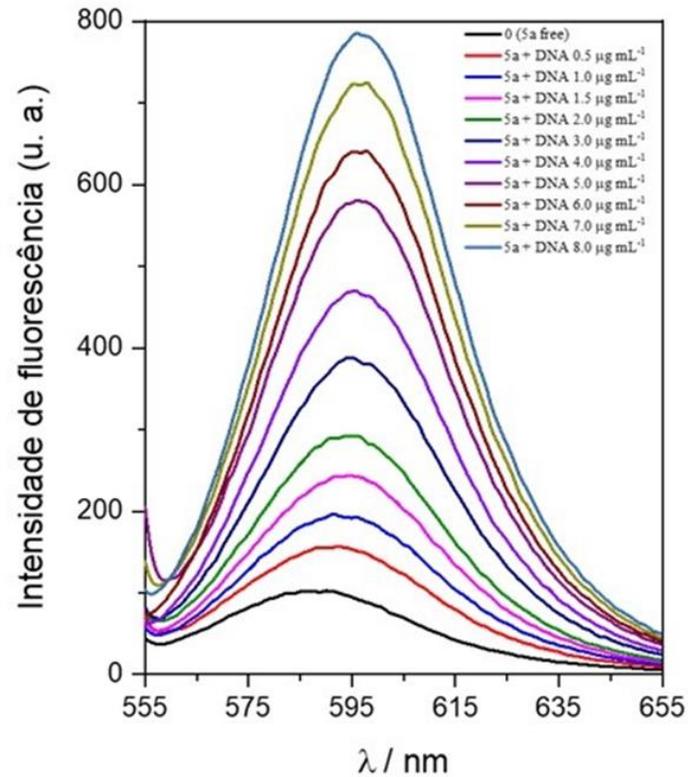


# Resultados obtidos

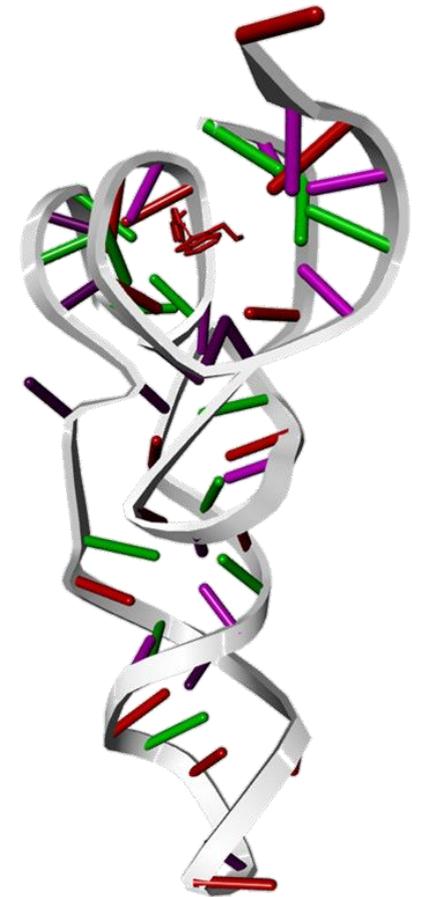
## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (3) MACFOR: BIO DNA



DNA  
(-7,2 kcal mol<sup>-1</sup>)



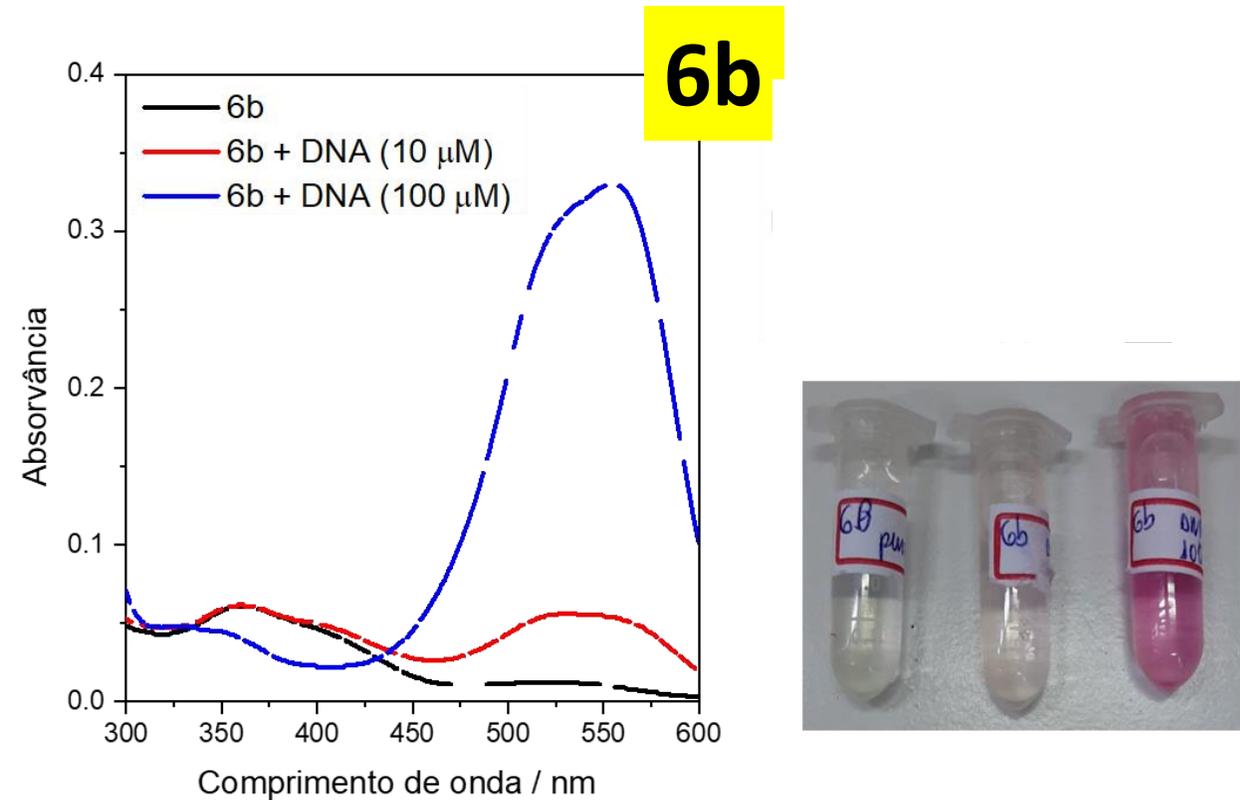
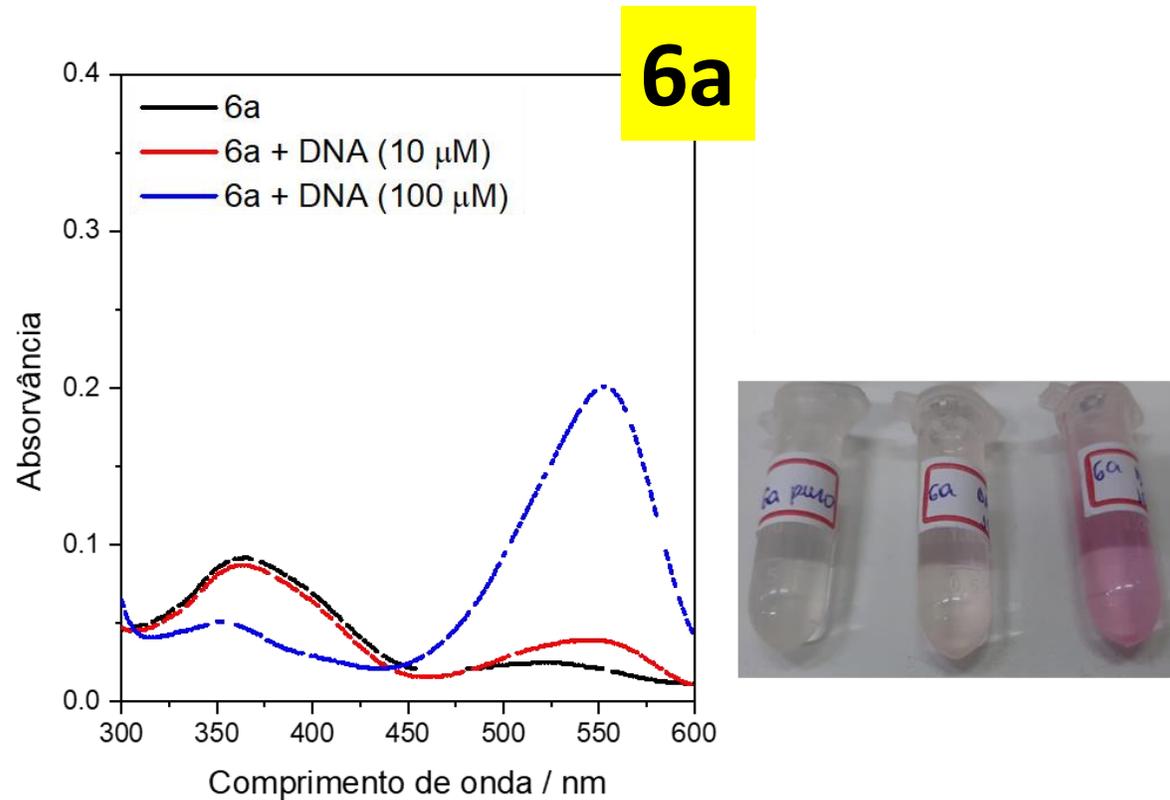
RNA  
(-6,5 kcal mol<sup>-1</sup>)

# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (3) MACFOR: BIO DNA

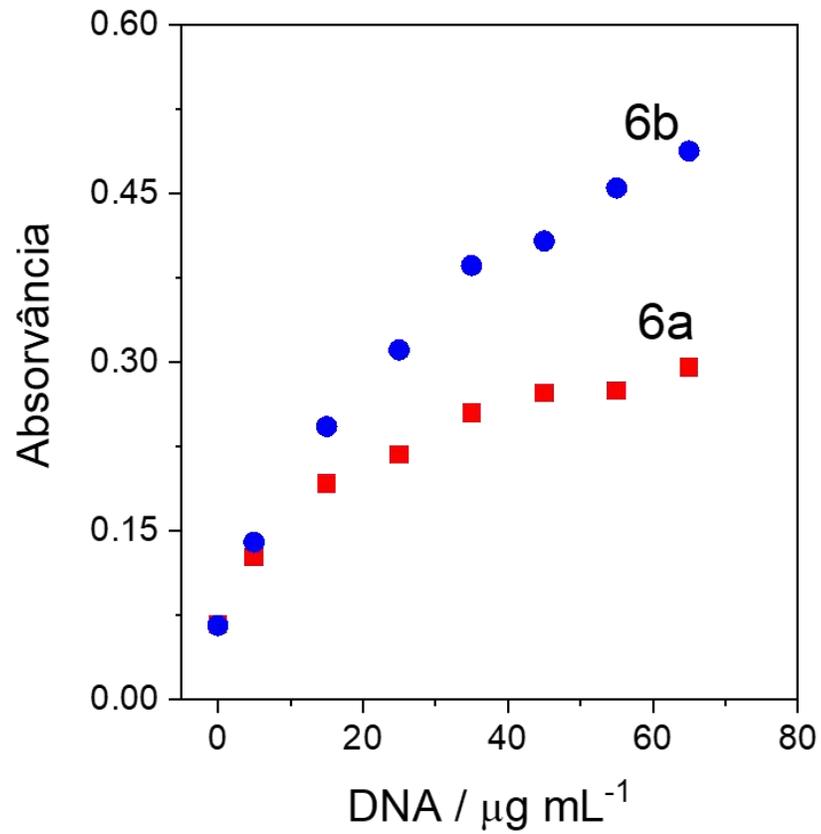


# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (3) MACFOR: BIO DNA



6a



6b



Aumento concentração de DNA



# Resultados obtidos

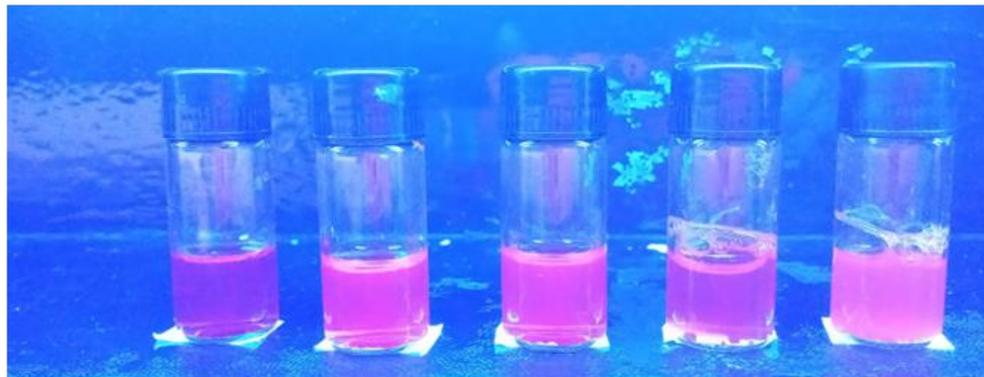
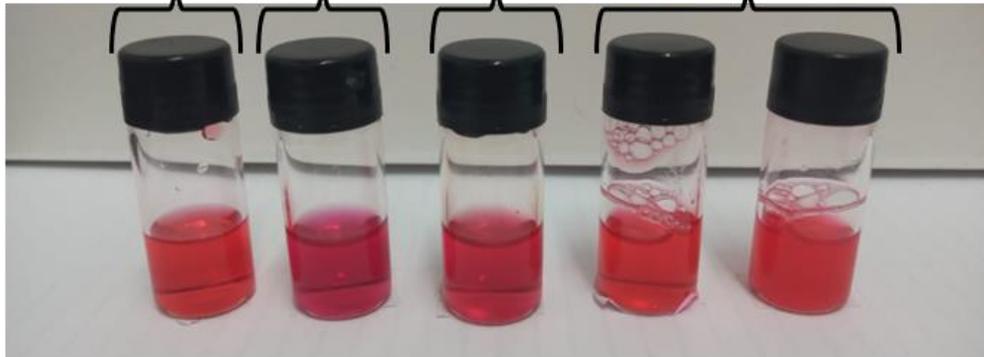
## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

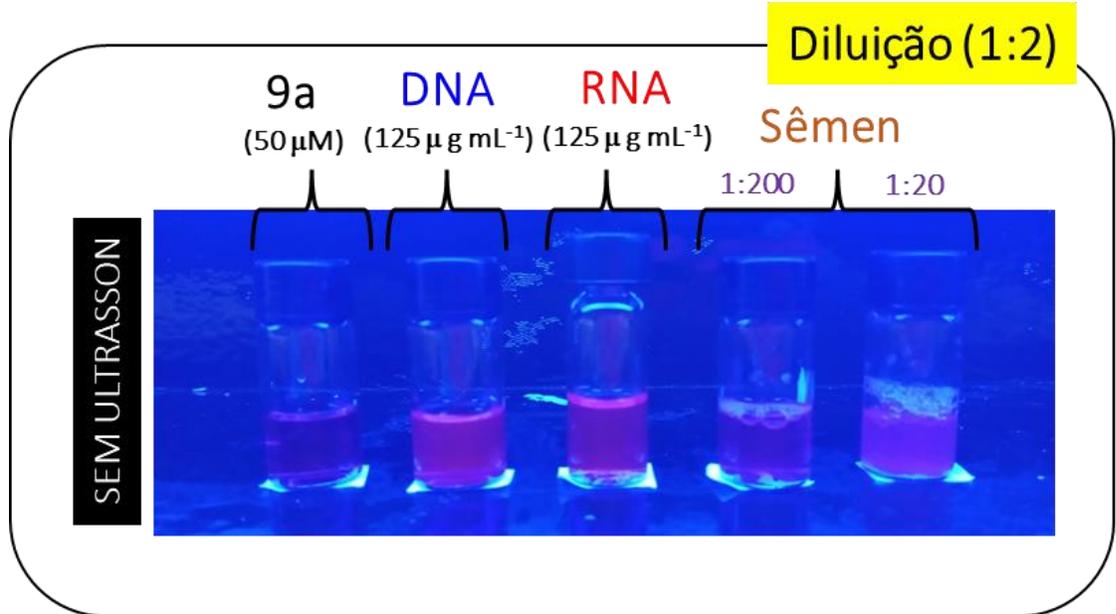
### (3) MACFOR: BIO DNA

Prova de conceito  
Amostra real de sêmen

9a (100  $\mu$ M) DNA (250  $\mu$ g mL<sup>-1</sup>) RNA (250  $\mu$ g mL<sup>-1</sup>) Sêmen 1:100 1:10



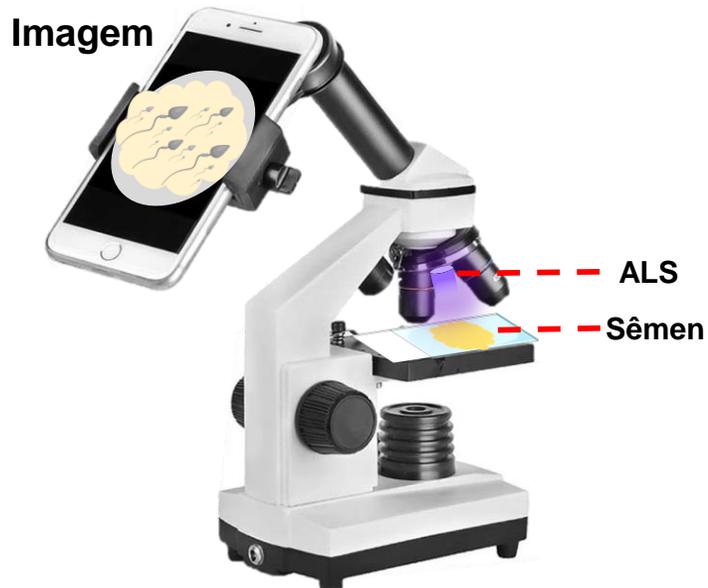
$\lambda_{ex} = 365 \text{ nm}$



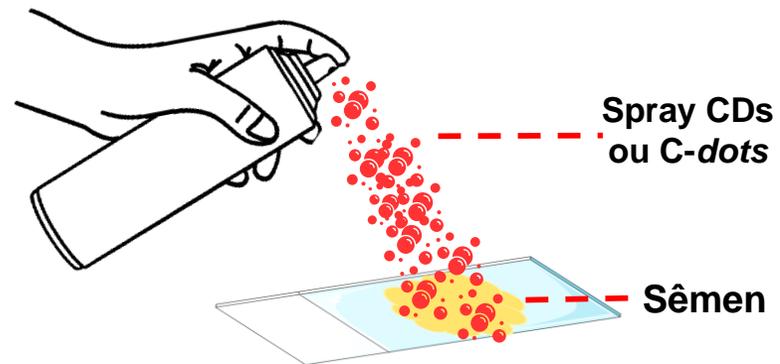
$\lambda_{ex} = 365 \text{ nm}$

### (4) MACFOR: IMAGE

Visualização antes do marcador



Aplicação do marcador (QDs ou C-dots)



Visualização depois do marcador



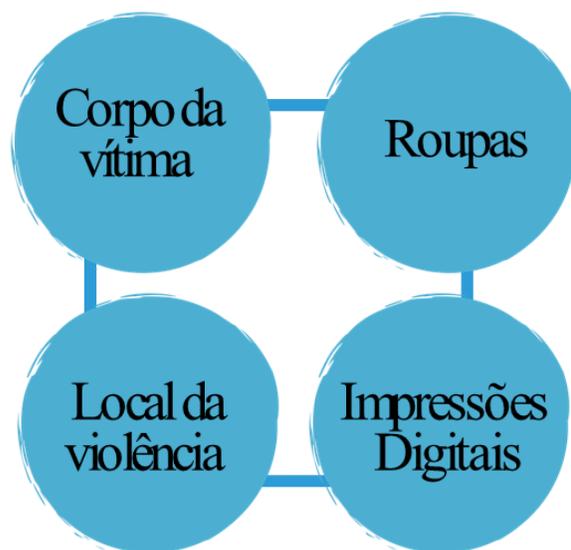
# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

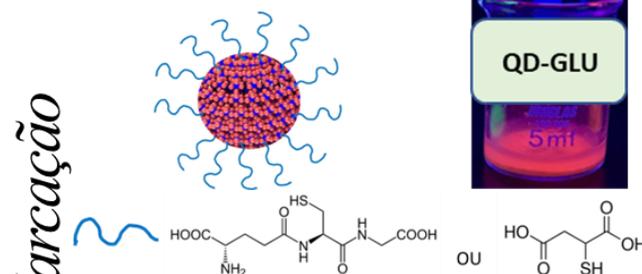
### (4) MACFOR: IMAGE

#### Detecção de manchas de sémen

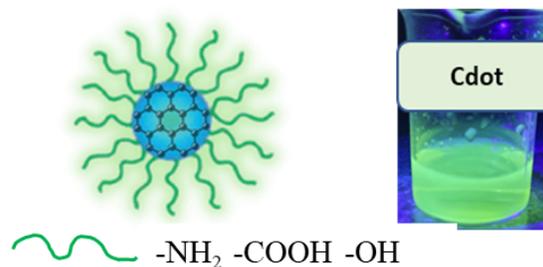


Documentação do Contato Sexual  
Elemento de Prova

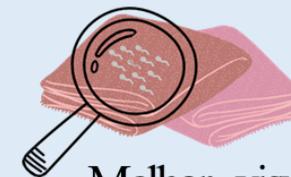
#### Quantum dots (QD)-CdTe



#### Carbon Dots - Cdot



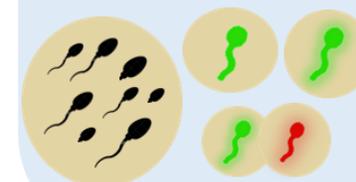
#### Visualização



Melhor visualização em diferentes superfícies



Prova irrefutável da presença de fluido biológico



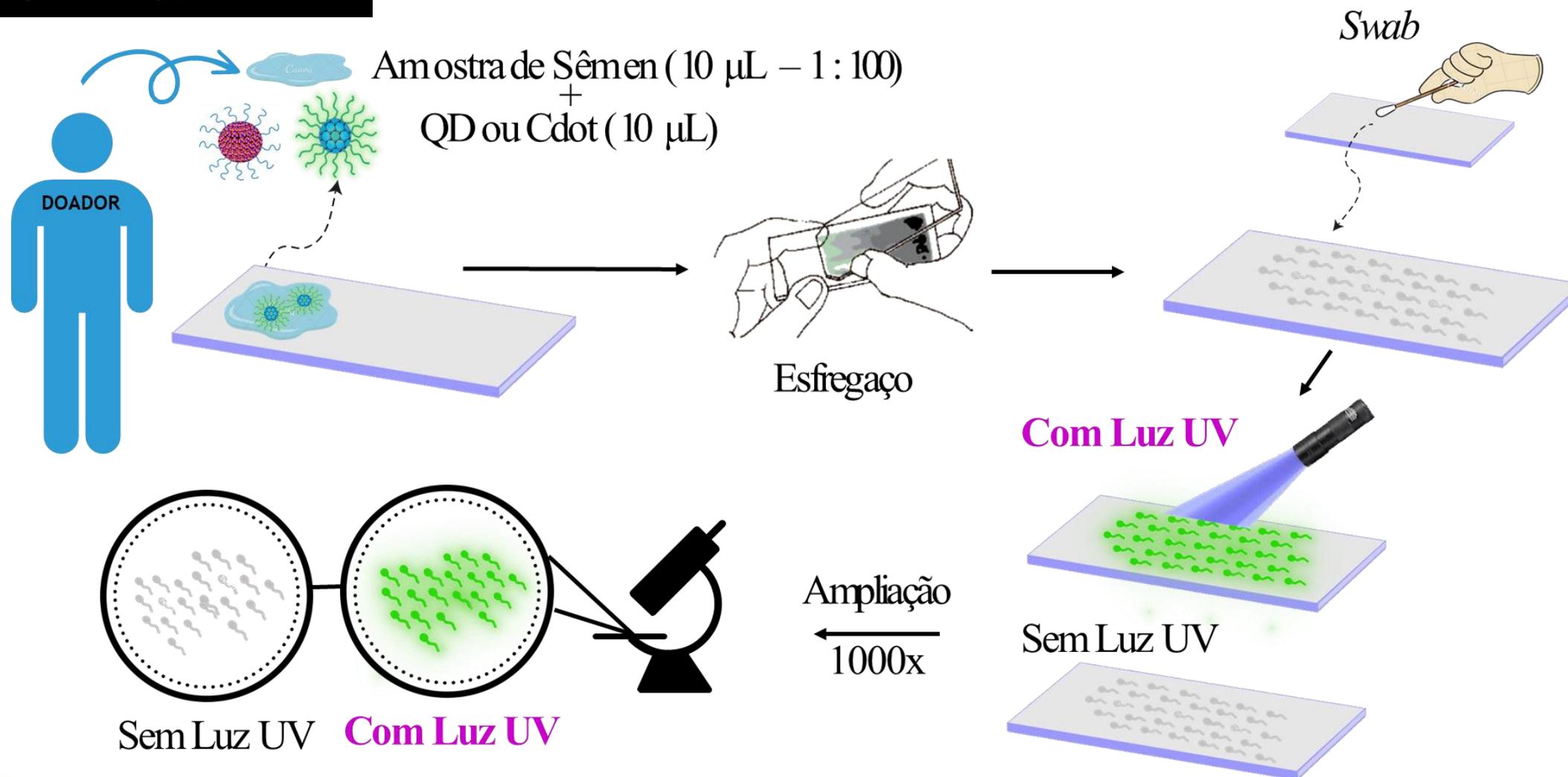
Reconstrução cronológica

# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (4) MACFOR: IMAGE

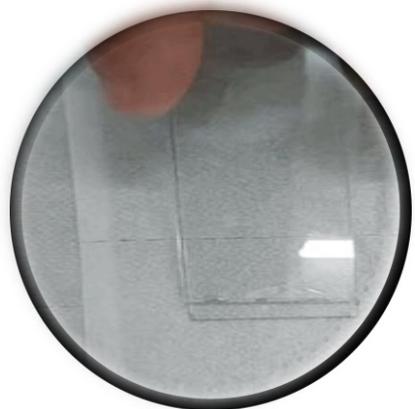


# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

### (4) MACFOR: IMAGE



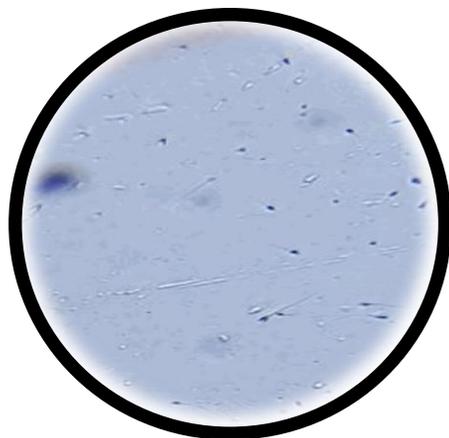
Esfregaço



Swab



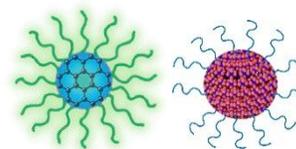
Ampliação  
500×



Minutos



Dia



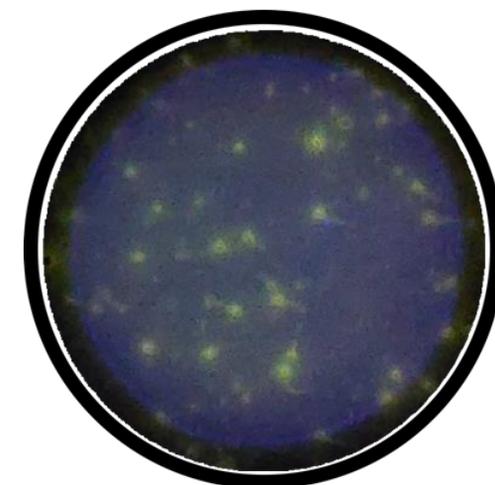
Marcadores  
Cdot ou QD



Ampliação  
500×



Sem Luz UV



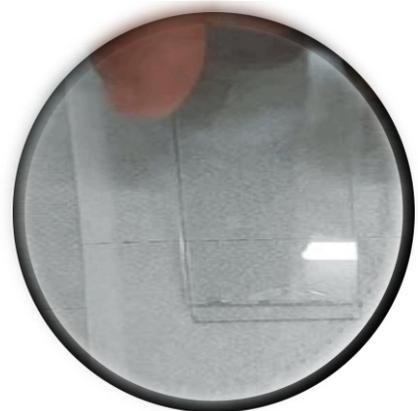
Com Luz UV

# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

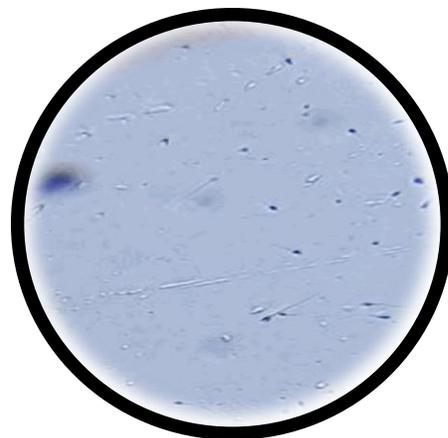
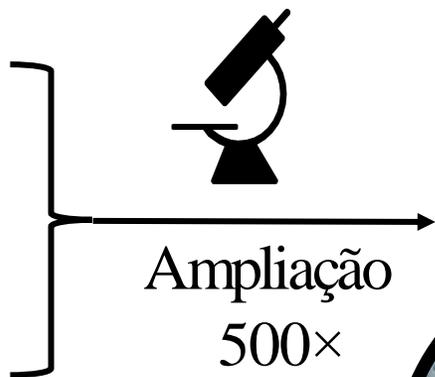
### (4) MACFOR: IMAGE



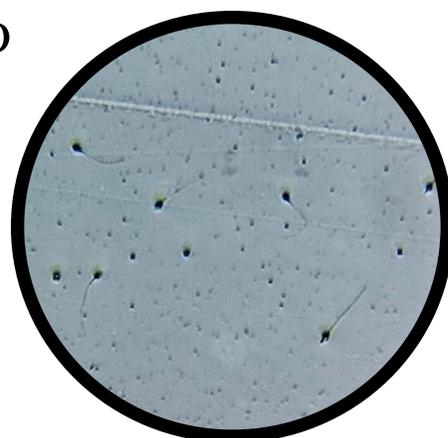
Esfregaço



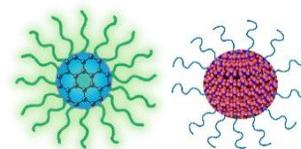
Swab



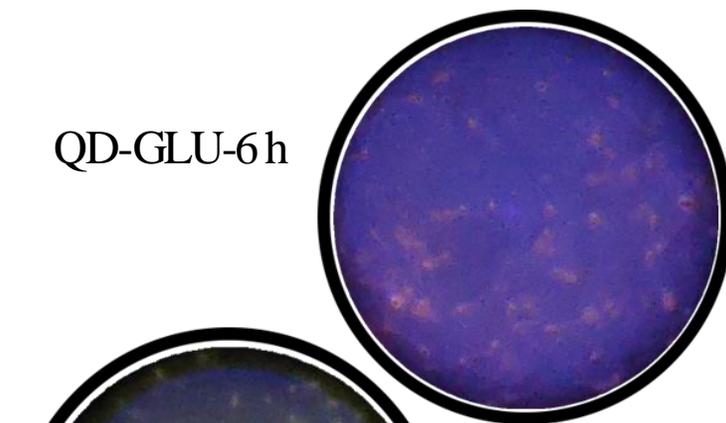
Minutos



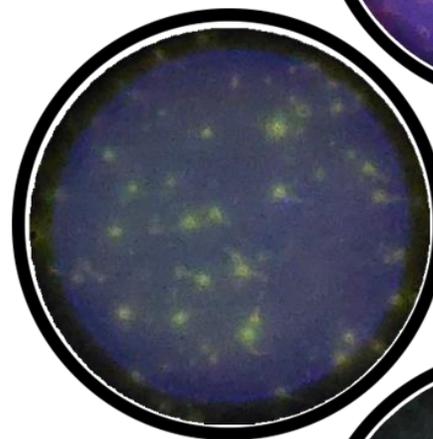
Dia



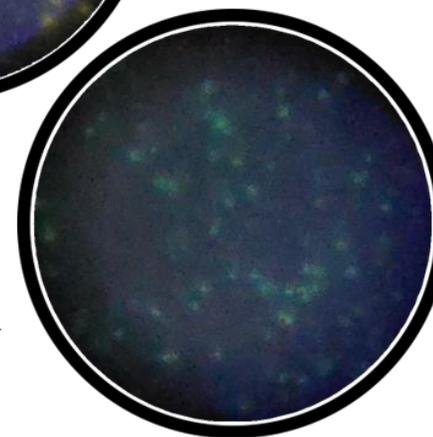
Marcadores Cdot ou QD



QD-GLU-6h



QD-MSA-3h



QD-MSA-1h

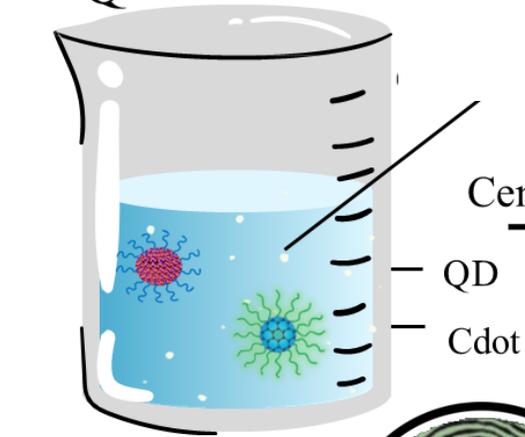
# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

(4) MACFOR: IMAGE

Resina polimérica + QD ou Cdot



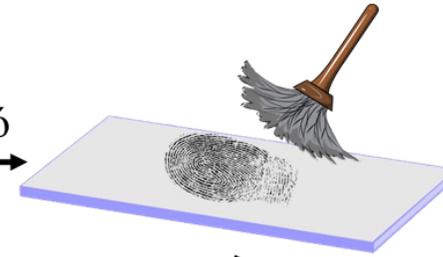
Centrifugação (4000 RPM)

Seco 60°

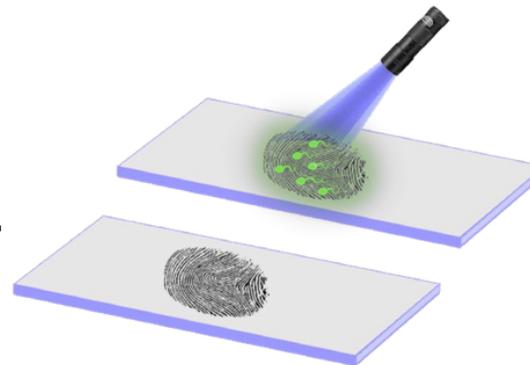


Aplicação do pó

Pó para revelação de impressões digitais latentes

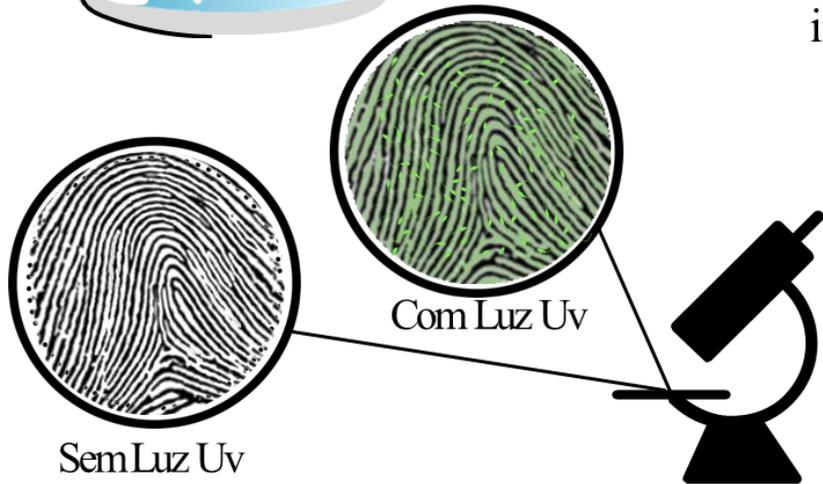


Luz UV



Ampliação

1000X



Outros métodos de revelação

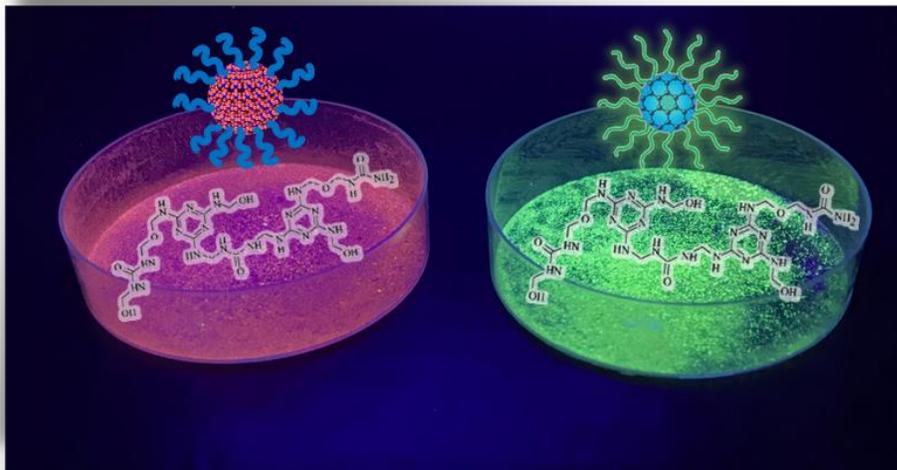


# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

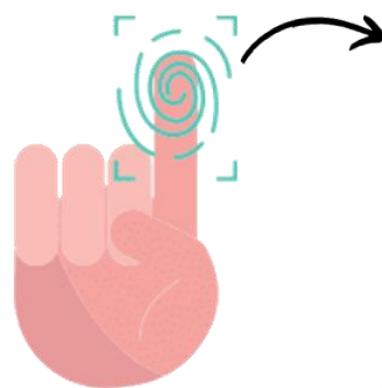
(4) MACFOR: IMAGE



QD-GLU Sem luz UV



QD-GLU Com luz UV



Digital do suspeito



Cdot  
Sem luz UV



QD-GLU  
Sem luz UV



QD-MSA-6h  
Sem luz UV



Cdot  
Com luz UV



QD-GLU  
Com luz UV



QD-MSA-6h  
Com luz UV

# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Editais 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

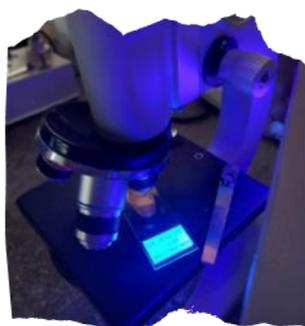
(4) MACFOR: IMAGE



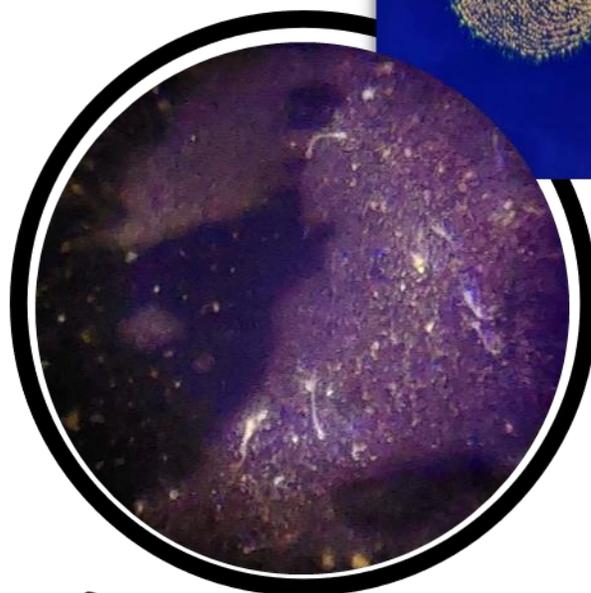
### IMERSÃO



Sem Luz UV



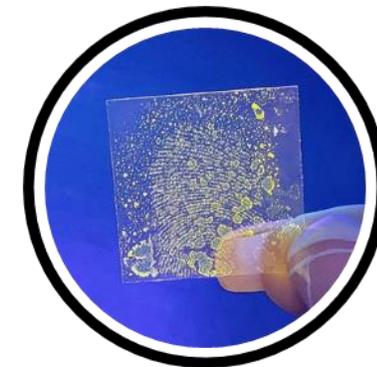
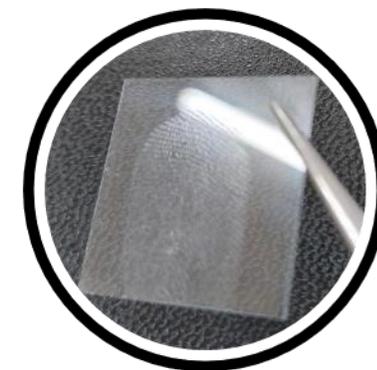
AMPLIAÇÃO  
500 ×



Com Luz UV

### SPRAY

Sem Luz Uv



Com Luz Uv

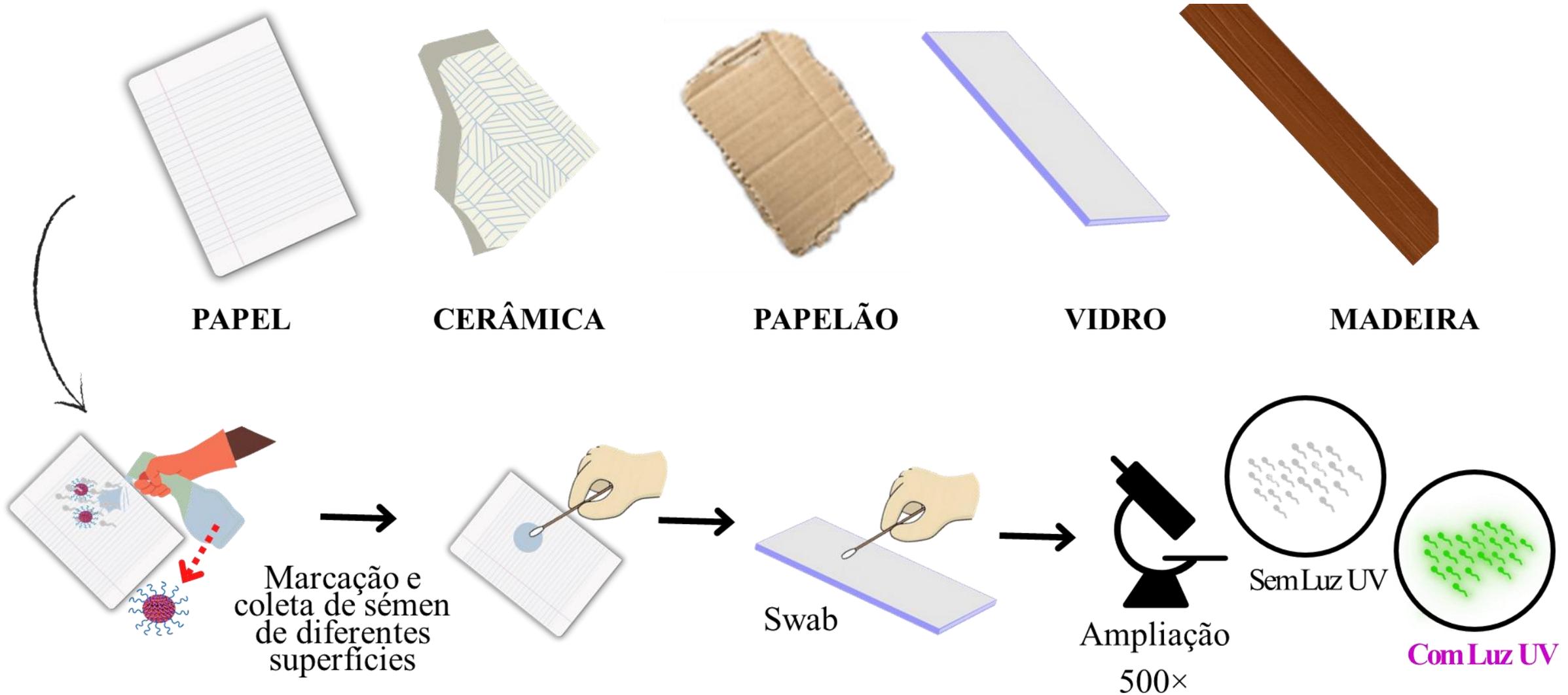


# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Edital 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses

(4) MACFOR: IMAGE



# Resultados obtidos

## SEMINÁRIO DE ACOMPANHAMENTO

Editais 16/2021 – Procad Segurança Pública e Ciências Forenses



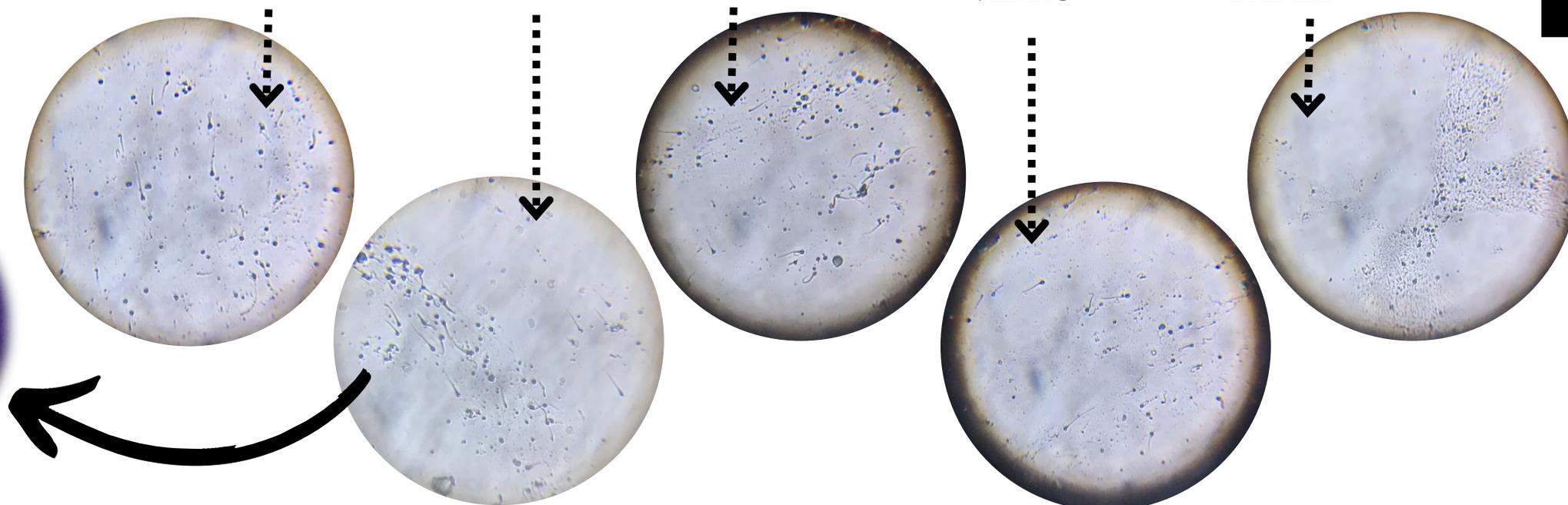
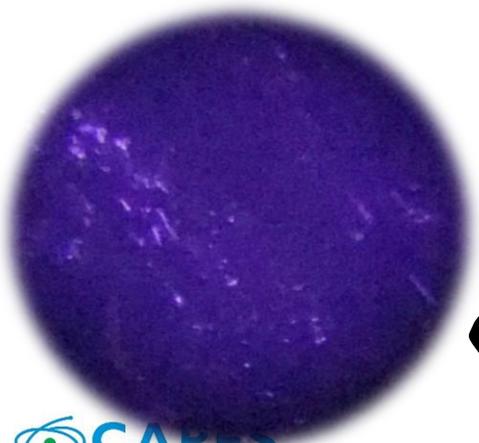
MADEIRA

CERÂMICA

PAPELÃO

VIDRO

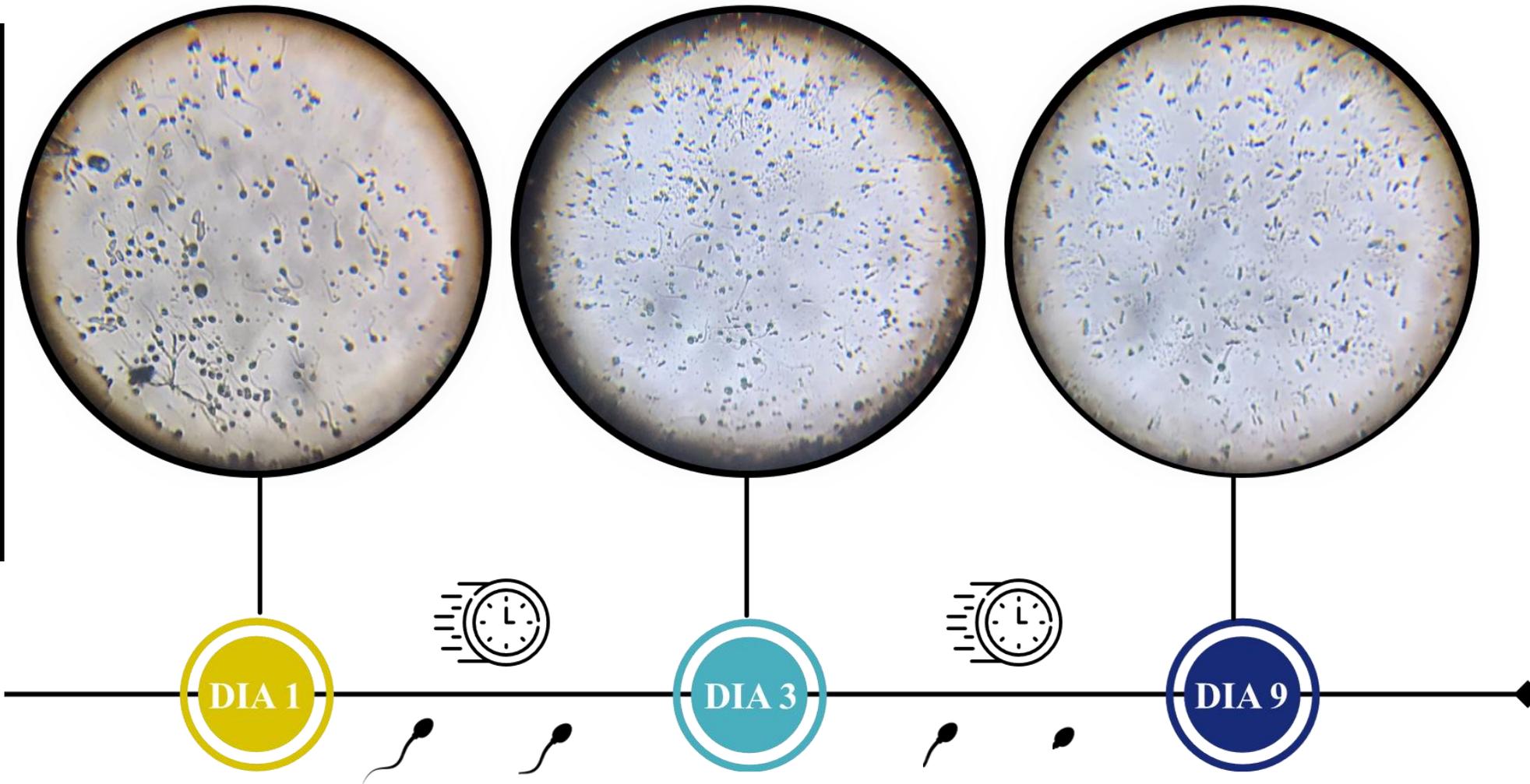
PAPEL



(4) MACFOR: IMAGE

### Integridade dos espermatozoides vs. tempo

(4) MACFOR: IMAGE



### Disciplinas online

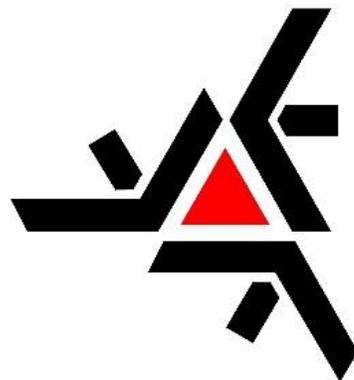
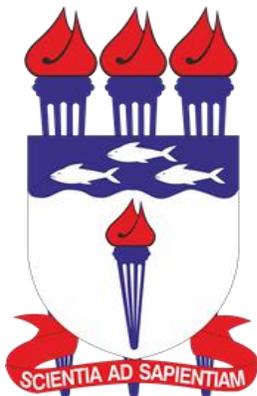
(1) A Química a serviço da Ciência Forense: Ciclos de Palestras

1ª turma 2021.2 (PPGQB - UFAL)

2ª turma 2022.2 (PPGQB - UFAL e PPGQ-UEM)

(2) Técnicas instrumentais aplicadas a ciências forenses

1ª turma 2023.1 (PPGQB - UFAL e PPGQ-UEM)



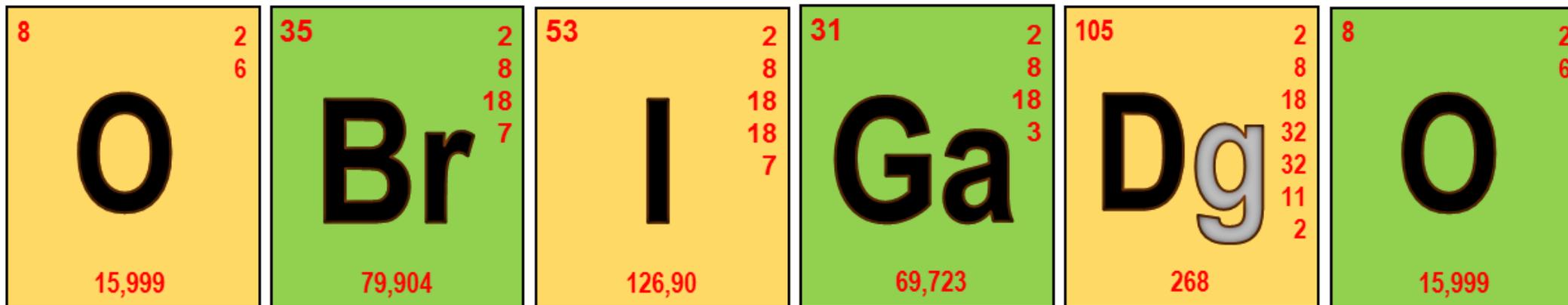
### Principais óbices durante a realização do projeto

- (1) Compra de reagentes químicos/equipamentos (valores, disponibilidade e prazos de entrega);
- (2) Tempo de duração da bolsa de PD de apenas 12 meses (Ajustado devido edital FAPEAL);
- (3) Valores da bolsa de Mestrado e Doutorado;
- (4) Efeito pandemia: variações cambiais, importação de insumos/reagentes, EPIs (variação preço nacional), acesso limitado aos laboratórios (trabalho experimental), entre outros aspectos.
- (5) Passagem aérea para Brasília (DF).

### Oportunidades

- (1) Formação de recursos humanos qualificados (M, D e PD);
- (2) Intercâmbio acadêmico nacional (discentes e docentes);
- (3) Concepção de novos produtos e conhecimento para ser aplicado na rotina pericial criminal a serviço da Segurança Pública na elucidação de crimes contra a mulher.
- (4) Geração de produtos de base tecnológica, que podem ser produzidos a partir de empresas nacionais ou de empresas incubadas via editais específicos (como Centelha ou equivalente);
- (5) Produção científica qualificada (artigos e patentes) – melhoria dos parâmetros do PPGs envolvidos;
- (6) Interação entre a Universidade e centros de pericia (estadual e federal), atendendo demandas da Sociedade.

- (i) Este projeto visa trazer **soluções para problemas reais e demandas da sociedade** por meio do desenvolvimento de novas tecnologias/produtos/conhecimento, as quais podem ser futuramente transferidas para setor produtivo, assim, gerando riquezas para o nosso país.
- (ii) As **inovações tecnológicas** fomentadas no âmbito do presente projeto oferecerão **subsídios para identificação do perpetrador** a partir de análises sensíveis, seletivas, rápidas e não-destrutivas na cena do crime (ou no laboratório) em prol de auxiliar o setor de **Segurança Pública a diminuir a incidência de crimes** desta natureza, logo, melhorando a Sociedade onde vivemos.
- (iii) Dar continuidade ao desenvolvimento dos kits, com a **validação analítica** e avaliação de desempenho em situações reais, **depósito de patentes**, submissão de **artigos científicos**, e realização da **defesa de dissertação** de M, implementação da **bolsa de M**.



Josué Carinhanha Caldas Santos (IQB - PPGQB - UFAL)



[josue@iqb.ufal.br](mailto:josue@iqb.ufal.br)



(82) 9 9660 1688



@linqaufal