

# PLANO DE TRABALHO

**Orientador:** Hemerson Pistori (pistori@ucdb.br)  
**Orientando:** Milad Roghanian (miladr100@gmail.com)

**Título do Projeto:** Visão Computacional e Aprendizagem Automática para Aplicações em Agropecuária e Ciências Forenses

**Título do Plano de trabalho:** Software Integrado Multiplataforma de Visão Computacional para Palinologia Forense

**Curso:** Engenharia de Computação      **Semestre:** 7      **RA:** 160985

## RESUMO

*Com a crescente criminalidade se faz necessário o uso de métodos e técnicas que facilitem o trabalho dos cientistas forenses, agilizando a resolução dos casos de crimes. Nesse meio, a palinologia forense ganha um novo aliado no seu estudo e análise dos grãos de pólen, o software Palinovic. Tal programa usará das técnicas de Inteligência Artificial e Visão Computacional para realizar a classificação dos grãos, a contagem e rastreamento no espaço geográfico. Sua versão última será multiplataforma, permitindo que o usuário se utilize desse software tanto através de um aplicativo no celular, como também em um programa de computador ou acessando uma página da internet. Tudo de forma simples, rápida e eficaz.*

## 1 Justificativa

A polícia tem um ramo chamado Polícia Científica ou Técnica. Essa área é responsável pelas atividades ligadas à análise e investigação técnica dos vestígios dos materiais criminais por profissionais qualificados e formados em áreas da ciência como a Ciência Forense. A busca se dá a procura de identificadores capazes de originar pistas acerca do crime, como: DNA, manchas orgânicas (sangue, esperma, saliva), exames de paternidade, toxicológicos, dentre muitos outros [1]. Na busca desses materiais identificadores está a Biologia Forense, um dos ramos da Ciência Forense que utiliza as estruturas biológicas coletadas no local do crime como

auxiliares para encontrar pistas para a resolução dos crimes.

No entanto, o despertar desse ramo de estudos palinológico-investigativo não foi em vão ou aleatório, mas surgiu da necessidade do ser humano em buscar as verdades nos fenômenos e da vida cotidiana. Assim a ciência entra com força nesse meio, pois desenvolve métodos racionais para a solução dos problemas [2]. Por essa razão a palinologia forense se tornou uma forte arma para os cientistas forense, policiais, investigadores e todos os envolvidos nesse ramo, como forma de solucionar crimes.

A palinologia é um campo da botânica que estuda os grãos de pólen e a sua consequente aplicação na identificação de espécies vegetais, levando em consideração suas várias características, como as morfológicas, tamanho, origem e estrutura. Como os grãos de pólen permitem a identificação das espécies as quais pertencem, para os botânicos eles acabam se tornando uma forma de “impressão digital vegetal” [3]. Assim, essa área atrai cada vez mais o cientista forense que realiza estudos profundos em busca de uma ferramenta que auxilie as investigações criminais.

O uso do pólen nos vários ramos da ciência através da palinologia só é possível pela grande variedade morfológica que se encontra nos grãos, permitindo assim caracterizá-los em famílias, gêneros e espécies. O que as torna em geral bastante estáveis são as características genéticas que não estão sujeitas as variações das condições do ambiente, isso permite uma ampla aplicação e precisão nos estudos palinológicos. Pelo fato de uma grande quantidade de esporos e pólen serem produzidos e liberados pelas plantas no ar, e também por os esporos serem muito leves, eles são carregados através das massas de ar por todas as partes, sendo que caem no solo, rios, lagos e vegetação onde se depositam [3]. Essa é a maneira pela qual as plantas se reproduzem e há tantas variedades por todas as partes. A polinização, portanto, é um processo complexo e amplo que ocorre a todo o momento por toda a parte através dos pólenes e esporos que são carregados por todas as regiões pelo ar.

A biodiversidade do Brasil é muito vasta, sendo que em seu ambiente tem a maior do planeta, e uma parte extremamente pequena do seu potencial é usado para pesquisas e o uso adequado para desenvolvimento médico e científico. Abriga aproximadamente 350 mil espécies catalogadas, representando uma fração do que realmente existe de fato, pois o número total de espécies biológicas está na grandeza de 1,8 milhões. O próprio conceito de biodiversidade é descrito como “repositório químico, biológico e genético”, podendo ser explorado na área científico-tecnológica e em diversas outras áreas, como industrial, medicamentos, alimentos, fertilizantes, cosméticos, celulose, óleos, dentre muitos outros. Sendo que especialmente a flora tem uma vasta gama de espécies, a aplicabilidade da palinologia

no Brasil se torna fundamental, principalmente em se tratando da forense. Pois, como esses dados indicam o potencial vegetativo brasileiro e considerando que para os estudo da palinologia forense necessitamos delas, o país é muito rico e qualificado para a aplicação dessa ciência.

De acordo pesquisas, o Brasil registrou em 2015, 59.080 homicídios. Isso significa aproximadamente 30 mortes a cada 100 mil habitantes. Somente em 2015, 41.817 pessoas sofreram homicídio em decorrência do uso das armas de fogo, o que corresponderia a 71,9% do total de casos. No Brasil quase 80% desses homicídios não são solucionados, dando espaço para a impunidade [4]. Diante desses dados, torna-se fundamental o investimento nas ciências forenses como parte da solução do problema criminal no Brasil, e a palinologia forense acaba se tornando um forte braço nessa luta.

Dado que as provas e os fatos são uma das partes fundamentais para a resolução dos crimes, o pólen é ideal para revelar esses mistérios, pois ele se conserva na roupa, no interior do corpo, nos excrementos, na lama dos sapatos, no pó acumulado nas reentrâncias dos automóveis, sendo assim uma forma particular de “impressão digital” que no caso é deixada pela vegetação dos locais frequentados em determinada época do ano [5]. Através disso a palinologia forense é capaz de indicar em qual estação do ano e local foi realizado o crime, onde o criminoso passou, podendo dar a prova da culpa ou mostrar a inocência.

No Brasil, a palinologia mantém vários tipos de pesquisas e estudos nas universidades brasileira e também em parceria com as instituições do exterior, por conta da grande diversidade da fauna e flora brasileira. Mas infelizmente o ramo forense dos estudos palinológicos quase não é explorado, tendo em consequência poucos artigos publicados dos estudos na área.

Por que então não usar a palinologia forense como uma arma contra o crime? Já que temos a combinação de um país com grande capacidade no uso da ciência palinológica, e também uma alta taxa de criminalidade e impunidade.

Em uma cena de crime o técnico forense coleta amostras dos mais diversos objetos e pessoas presentes no local. Esse material é levado para ser tratado e analisado em laboratório com a finalidade de encontrar, catalogar e contar os grãos de pólen.

Esse processo é feito por um especialista da área a partir de um microscópio eletrônico, possuindo uma escala de 10x gerando 100 diferentes pontos de visão a partir de uma lâmina. Isso quer dizer que o especialista terá que analisar 100 imagens em busca de grãos, além de contá-los e classifica-los para a obtenção dos dados indicadores dos locais aos quais o grão se origina.

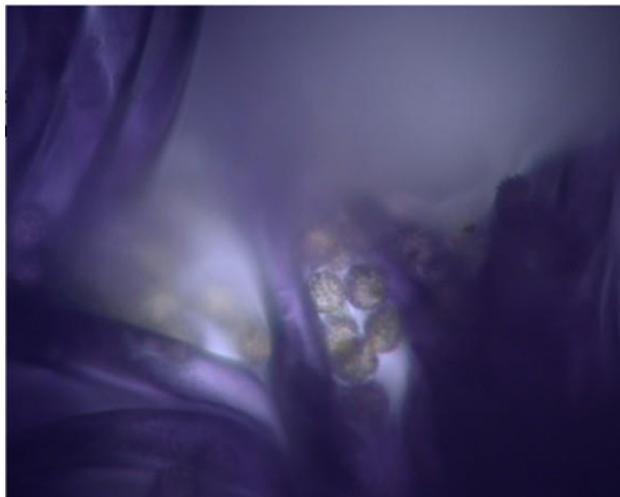


Figura 1: Pólen em uma malha de tecido (Fonte: Autor)

Dos métodos existentes para a classificação de pólen, esse é o mais usado, pois outros métodos requerem aparelhos mais potentes e caros. Porém, mesmo sendo um método eficaz, tem suas falhas. Além de ser exaustivo para o especialista, há também os riscos de sabotagem do material, seja por erros humanos ou fatores naturais. Em razão disso, para a maior eficácia dos resultados extraídos da identificação e contagem dos grãos, deseja-se criar um software para a resolução desse problema. Esse programa será capaz de usar o potencial da Inteligência Artificial ao seu favor no momento da identificação, contagem e classificação das espécies do pólen.

O projeto Palinovic vem sendo desenvolvido na Universidade Católica Dom Bosco já há seis anos pelo grupo Inovisão. Sua finalidade é o desenvolvimento do programa capaz de realizar a análise dos grãos de pólen. Até o momento o projeto já desenvolveu o mapeamento das áreas polínicas da cidade de Campo Grande e os módulos de classificação e identificação através de Inteligência Artificial e Visão Computacional. Assim, caminhando para o término através dos módulos de contagem e rastreamento. Ao fim, esse trabalho visa contribuir para o desenvolvimento da Palinologia Forense em todo o Brasil, já que as técnicas forenses são pouco exploradas em nosso país.

Para esse fim, serão usados vários algoritmos e técnicas da Inteligência Artificial e Visão Computacional como: Extração de atributos, superpixels, Aprendizagem de Máquina, Redes Neurais Convolucionais, dentre outros. Dessa forma, sua usabilidade permite que não somente especialistas da área, mas qualquer pessoa seja capaz de utilizá-la. O usuário não terá que aplicar nenhum conhecimento técnico da área, pois após a obtenção e o carregamento

das imagens no programa, todas as análises serão realizadas por processos computacionais executados pelos poderosos algoritmos de Inteligência Artificial e Visão Computacional, assim mostrando os resultados finais ao usuário.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Geral**

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de um software para a análise de imagens de pólen coletados, realizando a classificação, contagem e rastreamento dos grãos, mostrando os resultados finais ao usuário. Para esse fim, serão usados vários algoritmos e técnicas da Inteligência Artificial e Visão Computacional como: Extração de atributos, superpixels, Aprendizagem de máquina, Redes Neurais Convolucionais, dentre outros. A proposta é construir esse programa através da linguagem de programação python, tanto pela sua grande adesão nos processos de Inteligência Artificial e Visão Computacional, como por sua usabilidade e crescente ascensão no mercado.

Inicialmente há três formas de desenvolver o programa em três plataformas diferentes. Uma página da web, um aplicativo para celulares ou um programa para computadores. As plataformas serão estudadas e será desenvolvido o software para um ou várias das mesmas, tornando a aplicação multiplataforma.

### **2.2 Específicos**

Para atingir o objetivo principal, os objetivos específicos deste projeto de pesquisa podem ser resumidos nos seguintes itens:

- Realização de estudos dos métodos e algoritmos para o desenvolvimento do software multiplataforma
- Desenvolver uma interface interativa, seu modo gráfico de apresentação ao usuário final;
- Introduzir os algoritmos do módulo classificador, contador e de rastreamento;
- Finalizar no software a integração dos módulos com a interface tornando o de fácil uso e interação com o usuário;
- Validação do Software Final e Correção de Erros.

## **3 Revisão da literatura**

### **3.1 Visão Computacional**

Visão computacional é o estudo da extração de informação de uma imagem; mais especificamente, é a construção de descrições explícitas e claras dos objetos em uma imagem [6]. Muitos campos estão relacionados com a Visão Computacional, alguns exemplos notáveis são a Biologia e a própria Ciência Forense. Enquanto a primeira é a ciência da vida estudando suas variadas formas e características, a outra usa os estudos biológicos, físicos, químicos e computacionais para desenvolver técnicas utilizadas para desven- dar crimes.

Podemos notar, que nas áreas de estudo científico a aplicação da Visão Computacional é fundamental. Não só por ela ser a tecnologia das máquinas que enxergam para coletar dados e atributos [7]. Mas, por servir de forma prática para a resolução de diversos problemas e paradigmas que se faziam impossíveis no passado, mas que se tornaram de fácil solução com o advento dos estudos computacionais.

A Visão Computacional muitas vezes parte de princípios biológicos e principalmente humanos de percepção, para assim se torne mais rápido e eficaz. Relaciona vários campos como: Extração de atributos, reconhecimento de padrões, pré-processamento, segmentação e a detecção e rastreamento de objetos.

O objetivo do uso da visão computacional se dá no momento de identificação e contagem dos grãos de pólen. Esse processo é feito por especialistas em um microscópio onde exaustivamente analisam as dezenas ou até centenas de áreas de visão das lâminas de amostra. As técnicas de Visão Com- putacional são baseadas nos processos visuais de processamento do cérebro humano, principalmente sendo aplicada no instante em que será necessária a varredura da imagem em busca dos grãos, os identificando e classificando. Esse é o trabalho da Visão Computacional que será embutida através de seus algoritmos nos módulos do Software Final.

### **3.2 Interfaces e Usabilidade**

Se nos atentarmos em imaginar que na atualidade muitas coisas foram possíveis realizar através da evolução tecnológica, ficaremos fascinados percebendo o quanto nosso mundo mudou e está mudando constantemente. Sempre somos surpreendidos com algum produto novo capaz de realizar o que nem pensávamos antes, ou facilitando necessidades do cotidiano.

E se qualquer um pudesse ser capaz de acessar uma ferramenta que possa

facilitar a polícia a investigar e a solucionar crimes? Essa é a proposta do software Palinovic. Como dito, o objetivo principal do software é apresentar uma interface simples podendo ser usada por qualquer pessoa que tenha acesso a um computador ou dispositivo possibilitando rodar o programa e carregar as imagens no mesmo. Para que isso ocorra há vários hospedeiros que podem rodar o software, possibilidades para computadores, web e mobile.

Durante o projeto, será desenvolvido a priori o software acadêmico. Sendo esse, pois o primeiro esforço para o desenvolvimento de tal aplicação. Serão desenvolvidos estudo da viabilidade das plataformas, procurando a melhor e mais eficiente para a produção da sua primeira versão acadêmica. Em seguida, aproveitando a base e lógica do programa desenvolvido, pode-se criar as suas outras versões para outras plataformas, tornando o programa multiplataforma.

### **3.2.1 Web**

A usabilidade da internet se tornou essencial no nosso cotidiano. Compras pela internet, casas conectadas com celulares, dispositivos inteligentes e a própria dinâmica da chamada “Internet das Coisas”. Tudo mostra o grande potencial e usabilidade das plataformas web.

Por essa razão, uma das possibilidades do software Palinovic é a sua versão em um site de internet. Onde uma página de internet se encarrega de mostrar toda a interface ao usuário e o servidor por trás faz o processamento dos dados. Essa é uma forma prática do usuário final usar o programa, pois somente através de um aparelho com acesso a rede, já seria possível fazer a análise das imagens através do site.

Para isso será necessário o conhecimentos das linguagens de programação e ferramentas web, sendo as principais o HTML, CSS, JavaScript para o Front-End do site, ou seja a criação da estrutura do que se vê na tela. E também das linguagens de Back-End, como o já citado Python e o PHP, que realizarão todo o processamento e lógica algorítmica por trás da estrutura do site.

### **3.2.2 Mobile**

Com o advento dos smartphones, os celulares inteligentes, também surgiu a necessidade de se criar aplicações para dar mais funcionalidades e usabilidade aos aparelhos. Acabaram que, além de suas funções básicas como fazer ligações, receber e mandar mensagens, funcionam como um computador de bolso sendo capaz de rodar programas e realizar funções que somente potentes computadores eram capazes.

Dessa forma, pelo potencial que os celulares atuais proporcionam, o programa mobile do Palinovic pode ser muito útil e bem aproveitado. Pelo fato do celular ser portátil, de fácil manuseio e seu uso ser simples, o aparelho acabando sendo uma alternativa extremamente positiva e considerável. Possibilitando o acesso e o tratamento de dados pelo programa em qualquer lugar, mesmo estando em um local distante e sem rede de internet pois todos os módulos do software estarão instalados na memória do aparelho.

Um outro ponto a se considerar é que os celulares modernos vem equipados com potentes câmeras. Claro que somente através delas não é possível substituir as imagens de microscópios eletrônicos, até porque a aproximação de imagem feita pelas lentes dos aparelhos celulares é insuficiente. No entanto, no mercado há lentes microscópicas de potente resolução capazes de se acoplar aos aparelhos, permitindo a captura de imagens aproximadamente da qualidade de microscópios eletrônicos. Isso abre uma gama de possibilidades de desenvolvimento do projeto, permitindo que o pesquisador faça a captura das imagens no local do crime e em questão de segundos tenha os resultados na palma da mão.

### **3.2.3 Software Computacional**

Os computadores também sofreram uma enorme e significativa evolução nos últimos anos, tanto em questão de memória, processamento e programação. Poderosos e cheios de possibilidades, os desktops (computadores de mesa) e os laptops (computadores portáteis) invadiram as casas e as vidas das pessoas.

A grande vantagem dos algoritmos computacionais são a variedade, velocidade e fluidez no processamento dos dados que a estrutura dos computadores proporciona. Sem contar que a grande maioria das pessoas dispõe de um desses aparelhos em casa ou no trabalho facilitando o acesso a ferramenta. O programa seria de fácil produção, aquisição e uso.

## **3.3 Linguagem de Programação Python**

Python é uma linguagem de programação orientada a objeto e de código aberto frequentemente usada para o desenvolvimento rápido de aplicações. Tendo sintaxe simples, com ênfase na legibilidade, redução do custo de manutenção do programa, enquanto sua vasta biblioteca de funções encoraja o reuso e a extensibilidade [8].

Nos últimos anos, o Python é uma das linguagens de programação que está em maior taxa de crescimento de acordo com o site [pypl.github.io](https://pypl.github.io), e a

quarta linguagem mais usada no mundo de acordo com o rank mundial de linguagens Tiobe.

May 2018	May 2017	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	16.380%	+1.74%
2	2		C	14.000%	+7.00%
3	3		C++	7.668%	+2.92%
4	4		Python	5.192%	+1.64%
5	5		C#	4.402%	+0.95%
6	6		Visual Basic .NET	4.124%	+0.73%
7	9	▲	PHP	3.321%	+0.63%
8	7	▼	JavaScript	2.923%	-0.15%
9	-	▲	SQL	1.987%	+1.99%
10	11	▲	Ruby	1.182%	-1.25%

Figura 2: Pesquisa de Popularidade das Linguagens de Programação (Fonte: tiobe.com)

Worldwide, Jun 2018 compared to a year ago:

Rank	Change	Language	Share	Trend
1	▲	Python	23.04 %	+5.2 %
2	▼	Java	22.45 %	-0.6 %
3	▲▲	Javascript	8.6 %	+0.3 %
4	▼	PHP	8.21 %	-1.6 %
5	▼	C#	8.01 %	-0.4 %

Figura 3: Rank mundial de Linguagens de Programação (Fonte: pypi.github.io)

Essa é uma linguagem de fácil programação, ela foi desenvolvida para facilitar o trabalho da programação. Os usuários são atraídos pela rapidez com que alcançam resultados utilizando Python, bem como na velocidade com que os protótipos são construídos e como tais protótipos rapidamente podem ser convertidos em uma aplicação [9]. Pois é de código aberto, ou seja, sua base pode ser acessada e modificada por qualquer pessoa.

Atualmente o número de empresas apoiando e procurando programadores em Python tem crescido muito e com isso também há uma grande busca

por esses profissionais. Empresas como a Nasa, Google e Yahoo tem se mostrado amplamente interessados em desenvolver novos algoritmos e tecnologias baseados em Python. Com isso a linguagem só tem a crescer e se desenvolver. Ela é a base da maioria dos algoritmos de Inteligência Artificial e Visão Computacional, sendo esse mais um motivo para usá-la para o desenvolvimento do software. Em qualquer plataforma é possível usar a linguagem, seja no back-end da web, móbile ou para computadores.

### **3.4 O Projeto Palinovic e o Software Final**

O software final será utilizado para a palinologia forense. E como mencionado sua utilidade está em mostrar resultados através da análise dos grãos de pólen. Respondendo algumas perguntas como: qual a quantidade dos grãos, quais são suas espécies e a que lugares do espaço geográfico pertencem. Assim, dando praticamente todas as informações necessárias sobre a análise dos pólenes.

Todo programa é geralmente composto de módulos, são as várias partes funcionais ou funcionalidades do software. O Palinovic será dividido em três principais módulos: classificação, contagem e rastreamento. A imagem será aberta no software e o usuário poderá realizar essas três operações sobre a imagem dependendo de seu objetivo. O botão abrir fará a abertura das imagens, o botão classificação fará a identificação e separação em espécies, o botão contagem contará o número dos grãos de cada espécie e o botão rastreamento fará a identificação das espécies no espaço geográfico apresentando os resultados ao usuário.

O módulo de classificação usará vários algoritmos de Inteligência Artificial e Visão Computacional, sendo capaz de reconhecer os grãos para classificá-los corretamente nas suas espécies pertencentes a diferentes tipos de vegetação. Passando pela classificação, o software já é capaz de reconhecer as variadas espécies de pólen presente nas imagens, assim o módulo de contagem fará a varredura das mesmas contando os pólenes e os separando de acordo com as espécies. Por último, munido dos dados anteriores é possível fazer o rastreamento das espécies encontradas na área geográfica mapeada, mostrando os dados no mapa e através de gráficos.

## **4 Metodologia**

As ferramentas e passos metodológicos necessários para se atingir os objetivos específicos deste trabalho se basearão nos seguintes pontos:

## **4.1 Realização de estudos dos métodos e algoritmos para o desenvolvimento do software multiplataforma**

Com o atual desenvolvimento das linguagens de programação, as diferentes plataformas já não se tornam mais uma barreira. Desenvolver uma aplicação web pode rapidamente ser transformado em um aplicativo mobile como também em um software para computadores. Um exemplo recente dessa metodologia são os PWA's. PWA's são sites na web que foram desenvolvidos para dar a opção aos usuários de não somente navegar pela página de forma online, mas também de baixar a aplicação no celular ou no computador.

Essas e outras técnicas nos permitem desenvolver uma aplicação multiplataforma que será capaz de fornecer ao usuário final do software uma comodidade e facilidade de uso muito maior do que se fosse desenvolvido somente para uma plataforma.

Assim, serão estudados métodos de desenvolvimento, frameworks (programas interativos de desenvolvimento de código) e algoritmos que proporcionem o caminho mais eficiente para o desenvolvimento de tal programa.

## **4.2 Desenvolver uma interface interativa, seu modo gráfico de apresentação ao usuário final**

Interface é um termo que normalmente é aplicado a aquilo que interliga dois sistemas. Os computadores tem uma gigantesca capacidade de processamento de informações, mas se não fossem as interfaces homem-máquina, tudo isso de nada serviria se os seres humanos não fossem capazes de interagir e fazer uso disso.

Todo programa ou aplicativo tenta ser o mais amigável e comunicativo possível na sua área gráfica que entra em contato direto com o usuário, pois o ele precisa ser capaz de fazer o correto uso da aplicação através dos botões, janelas, links, imagens e textos que a interface gráfica proporciona.

Para isso, o software Palinovic também precisa desenvolver sua área de comunicação com o usuário, onde ele será capaz de abrir as imagens e utilizar os seus três módulos: classificação, contagem e rastreamento. Assim, mostrando finalmente os resultados obtidos dessa análise de forma textual, gráfica e no mapa geográfico da região analisada.

## **4.3 Introduzir os algoritmos do módulo classificador, contador e de rastreamento**

Os três módulos básicos do software: classificador, contador e de

rastreamento estão sendo desenvolvidos a parte pelo projeto Palinovic e o Grupo de Pesquisa Inovisão, através das pesquisas em Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina e Visão Computacional. Finalmente, quando os algoritmos desses módulos estiverem prontos, eles terão que se integrar a interface, ou seja entrar por trás da carcaça criada que é a interface gráfica.

Conseqüentemente, todas as funcionalidades do programa só se concretizarão quando esses algoritmos forem integrados, pois são eles que fazem todo o processamento das imagens dos grãos de pólen.

#### **4.4 Finalizar no software a integração dos módulos com a interface tornando-o de fácil uso e interação com o usuário**

Com a inserção dos algoritmos, será necessário tornar os códigos executáveis através dos botões, menus e links que compõe a interface gráfica do programa. Essa parte será feita integrando os códigos dos módulos nas funcionalidades da interface. Assim, ao final o usuário será capaz de fazer o carregamento das imagens no programa e nela usar seus módulos através de simples cliques nos botões: classificar, contar e rastrear.

Os resultados serão mostrados em uma tela final onde serão exibidos os dados resultantes da análise dos grãos de pólen, como: nomes das espécies encontradas, contagem de cada uma e local do espaço geográfico onde essas podem estar presentes.

#### **4.5 Validação do Software Final e Correção de Erros**

Após o término do processo de desenvolvimento do programa, chega o momento que é preciso testá-lo para verificar sua real usabilidade. Tanto através de testes operacionais do programa como também funcionais, verificando seus resultados em campo.

Para isso, a partir do convênio que existe entre a Universidade Católica Dom Bosco e a Secretaria de Segurança Pública do Mato Grosso do Sul em conjunto com a Coordenadoria Geral de Perícia se fará possível a realização da avaliação prática. Técnicos e Peritos Forenses serão convidados para a realização de testes, comparando o resultado obtido pelos especialistas ao utilizar o método tradicional ao fazer a classificação e contagem através do microscópio, com o desempenho do software em realizar este mesmo trabalho. Assim, comparando o esforço humano com os resultados do programa, será verificado estatisticamente a precisão e o desempenho do software nas análises dos grãos de pólen.

Durante o processo de testes, é provável que muitos erros e problemas

sejam encontrados, sendo que este é o momento de estar a par das falhas e realizar as devidas correções. Dessa maneira o programa se tornará muito mais robusto e substancial pois seus problemas serão corrigidos.

## 5 Cronograma de execução

1. Realização de estudos dos métodos e algoritmos para o desenvolvimento do software multiplataforma;
2. Desenvolver uma interface interativa, seu modo gráfico de apresentação ao usuário final;
3. Introduzir os algoritmos do módulo classificador, contador e de rastreamento;
4. Finalizar no software a integração dos módulos com a interface tornando-o de fácil uso e interação com o usuário;
5. Validação do Software Final e Correção de Erros.

Atividades	2018					2019						
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
1	x	x	x									
2		x	x	x	x	x						
3					x	x	x					
4							x	x	x			
5									x	x	x	x

## 6 Bibliografia

- [1] SILVA, Andressa Cruz e. **A palinologia e a investigação criminal. Conteúdo Jurídico**, Brasília-DF: 29 mar. 2017. Disponível em: <<http://www.conteudojuridico.com.br/?artigos&ver=2.588774&seo=1>>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- [2] SOGLIO, Roselle Adriane. A ciência a serviço da justiça: A criminalística como forma de auxílio no combate ao crime. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 12, p. 86-99, 2015.
- [3] JÚNIOR, M. A. P.; CORRÊA, G. V. M.; MACEDO, B. R.; BAUERMAN, S. G.; **Grãos de Pólen: Usos e Aplicações**. XVII Jornada Acadêmica da Biologia, Canoas-RS, 2006.
- [4] CERQUEIRA, Daniel et al. Atlas da violência 2017. 2017.
- [5] GONÇALVES, Ariadne Barbosa et al. Feature Extraction and Machine Learning for the Classification of Brazilian Savannah Pollen Grains. **PloS one**, v. 11, n. 6, p. e0157044, 2016.
- [6] RIOS, Luiz Romário Santana. Visão computacional. **Departamento de Ciência da computação - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA**, 2011.
- [7] FARIA, Alessandro de Oliveira. **Visão Computacional: Máquinas que enxergam**. Linux Magazine, Brasil, 2009.
- [8] KAY, Russell. Python. Computerworld, 09 maio 2005. Disponível em: <<http://www.computerworld.com.au/index.php/id;826423396;fp;2;fpid;523913170>>. Acesso em: 05 Jun. 2018.

[9] SONGINI, Marc L. Put in Plain Language: The high portable, object-oriented Python language moves into enterprise application development. Computerworld. 12 set. 2005. Disponível em: <<http://www.computerworld.com/softwaretopics/software/story/0,10801,104484,00.html>>. Acesso em: 03 de julho de 2005.

[10] PISTORI, H. Pecuária de precisão como fator de desenvolvimento local da região do alto Taquari, 2017. Disponível em: <<http://www.gpec.ucdb.br/pistori/orientacoes/planos/gilberto2016.pdf>>.