RELATÓRIO TÉCNICO DO SISTEMA AGRI MONITORING

### **1. INTRODUÇÃO**

O presente documento descreve em detalhes o sistema **Agri Monitoring**, uma plataforma para análise de vegetação a partir de imagens aéreas utilizando o índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). O projeto foi desenvolvido em **Python**, usando o framework **Flask** para fornecer uma interface web intuitiva.

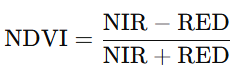
O principal objetivo do *Agri Monitoring* é oferecer uma ferramenta **de baixo custo, automatizada e robusta**, capaz de processar imagens RGB de drones ou câmeras convencionais, gerando resultados que auxiliem na **tomada de decisão** em propriedades agrícolas.

### **2. OBJETIVOS DO SISTEMA**

* **Automatizar o processamento de imagens aéreas**: Receber uma imagem de entrada e gerar mapas NDVI sem a necessidade de configurações complexas.
* **Analisar saúde da vegetação**: Identificar áreas saudáveis e regiões com estresse (anomalias).
* **Fornecer visualizações e estatísticas**: Exibir mapas de NDVI colorido, histogramas e dados estatísticos.
* **Facilitar a tomada de decisão**: Permitir aos usuários (produtores, técnicos, pesquisadores) interpretar rapidamente a condição da lavoura.

### **3. FUNDAMENTOS TÉCNICOS (NDVI)**

O **NDVI** (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) é amplamente utilizado para medir a densidade e saúde da vegetação. A fórmula tradicional utiliza bandas **NIR** (Infravermelho Próximo) e **RED** (vermelho):



No entanto, quando a captura de **NIR** não está disponível (por exemplo, quando se usa uma câmera RGB convencional), utiliza-se o canal **verde** como substituto aproximado de NIR. Embora seja uma simulação, essa prática muitas vezes oferece resultados satisfatórios para **triagem inicial** e monitoramento básico.

### **4. EQUIPAMENTO DE COLETA DE IMAGENS**

Para este projeto, as imagens foram capturadas com um **drone** equipado com **câmera RGB**:

* **Drone**: DJI Mavic Air 2 (ou modelo equivalente)
* **Câmera**: Sensor RGB de 48MP
* **Altura de voo**: 30–60 metros (variável conforme a área a ser monitorada)
* **Formato de imagem**: JPG
* **Resolução típica**: 4000×3000 pixels

A escolha do DJI Mavic Air 2 deu-se pelo **custo-benefício**, praticidade de transporte e boa resolução fotográfica. Mesmo sem banda NIR nativa, as imagens RGB processadas com a aproximação espectral possibilitam **identificar padrões de vegetação** e áreas em **potencial estresse**.

### **5. ESTRUTURA DO SISTEMA**

O *Agri Monitoring* é composto por:

1. **Interface Web**:  
   * Desenvolvida em **HTML + Bootstrap**, oferece um layout responsivo.
   * welcome.html apresenta a tela inicial (landing page).
   * index.html gerencia o upload da imagem.
   * result.html exibe gráficos e estatísticas após o processamento.
2. **Backend em Python (Flask)**:  
   * Gerencia rotas (/, /upload\_page, /upload, /result).
   * Recebe a imagem, processa o NDVI, detecta anomalias e gera saídas (gráficos e estatísticas).
3. **Módulo de Processamento NDVI**:  
   * Usa a **biblioteca OpenCV** (cv2) para ler a imagem.
   * Separa as bandas **vermelho** e **verde**.
   * Simula NIR a partir da banda verde, aplicando a fórmula do NDVI.
4. **Detecção de Anomalias (K-Means)**:  
   * Realiza um **clustering** de 2 grupos (saudável vs anômalo).
   * Classifica regiões cuja média de NDVI é notavelmente menor como “anomalia”.
5. **Visualizações e Relatórios**:  
   * **Matplotlib** gera dois gráficos:  
     1. ndvi\_anomalies.png: exibe o NDVI colorido e anomalias em cinza.
     2. ndvi\_histogram.png: mostra a distribuição dos valores NDVI.
   * **Estatísticas** são salvas em ndvi\_stats.txt (média, mínimo, máximo, desvio padrão, percentual de áreas saudáveis/problema).

### **6. FLUXO DE UTILIZAÇÃO**

O fluxo típico de uso do *Agri Monitoring* segue estes passos:

1. **Acesso ao Sistema**
   * Usuário abre http://127.0.0.1:5000/ (ou endereço online se hospedado).
   * Vê a **tela inicial** (landing page), com breve explicação do projeto e botão “Começar Análise”.
2. **Upload da Imagem**
   * Ao clicar, vai para /upload\_page.
   * Seleciona a foto aérea (.jpg ou .png) capturada pelo drone.
   * Clica em “Enviar Imagem”.
3. **Processamento Automático**
   * O servidor Flask recebe a imagem e salva em /uploads/.
   * Lê a imagem com cv2.imread().
   * Calcula o NDVI (aproximação com canal verde).
   * Aplica **K-Means** para detecção de anomalias.
   * Gera e salva: ndvi\_anomalies.png, ndvi\_histogram.png e ndvi\_stats.txt em /static/.
4. **Visualização dos Resultados**
   * O sistema redireciona para /result.
   * Na tela de resultados, o usuário pode ver:  
     + Mapa NDVI colorido e regiões anômalas.
     + Histograma para avaliar a distribuição dos valores.
     + Link para **baixar** o arquivo de estatísticas.
   * Botão de retorno para a tela inicial, se quiser analisar outra imagem.

### **7. SAÍDAS E RELATÓRIOS GERADOS**

O sistema gera três elementos principais de saída:

1. **Mapa NDVI e Anomalias (ndvi\_anomalies.png)**
   * Exibe, lado a lado, o NDVI colorido (usando colormap “RdYlGn”) e o mapa binário das anomalias em cinza.
   * Facilita a visualização de áreas com deficiência na vegetação.
2. **Histograma (ndvi\_histogram.png)**
   * Gráfico de frequência dos valores NDVI.
   * Útil para entender a **distribuição** da vegetação (predomínio de valores positivos, negativos, etc.).
3. **Relatório Estatístico (ndvi\_stats.txt)**
   * Dados quantitativos (média, mínimo, máximo, desvio padrão).
   * Percentual de áreas saudáveis (> 0.3) e áreas problemáticas (< 0).
   * Pode ser baixado e arquivado para comparações futuras.

### **8. APLICAÇÕES E BENEFÍCIOS**

* **Diagnóstico de saúde vegetal**: Identificação rápida de falhas de plantio, pragas ou estresse hídrico.
* **Planejamento de intervenções**: Dados NDVI permitem focar recursos (insumos, irrigação, adubação) onde mais precisam.
* **Escalabilidade**: Suporta imagens de diferentes drones e pode evoluir para sensores multiespectrais.
* **Custo reduzido**: Uso de câmeras RGB padrão, sem necessidade inicial de câmeras NIR dedicadas.
* **Interface amigável**: Foco no produtor e técnico em campo, sem exigência de conhecimento avançado em geoprocessamento.

### **9. LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Embora o *Agri Monitoring* entregue ótimos resultados, há algumas considerações:

* **Simulação de NIR**: O uso da banda verde como substituta não é tão preciso quanto sensores multiespectrais reais.
* **Condições de Iluminação e Clima**: Nuvens, sombra e reflexo podem impactar o cálculo.
* **Escala de área**: Drones são ideais para áreas pequenas e médias; imagens de satélite podem complementar em grandes fazendas.

No futuro, planeja-se:

* **Integração com sensores multiespectrais** (RedEdge, infravermelho real).
* **Banco de dados** para histórico de múltiplas áreas e datas.
* **Dashboard interativo** com dados georreferenciados.
* **Módulo de relatórios PDF** e alertas automáticos via e-mail ou app móvel.

### **10. CONCLUSÃO**

O *Agri Monitoring* comprova a possibilidade de se criar um sistema **robusto, acessível e eficiente** para monitorar a saúde da vegetação em lavouras, mesmo com uma câmera RGB comum, graças à aproximação da banda NIR via canal verde. O uso de técnicas de clustering (K-Means) agiliza a **detecção de áreas anômalas**, otimizando a tomada de decisão no agronegócio.

**Principais vantagens** incluem a **simplicidade** de operação, a **automatização** do processo de análise e a **visualização direta** de resultados (mapas e histogramas), o que empodera produtores e técnicos no **gerenciamento agrícola de precisão**.

### **11. REFERÊNCIAS BÁSICAS**

* Rouse, J.W., Jr., Haas, R.H., Schell, J.A., & Deering, D.W. (1973). **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.**
* Tucker, C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127–150.
* Jensen, J.R. (2013). **Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective**. Pearson.

### **12. DESENVOLVEDORES**

Este projeto foi desenvolvido por **Edmir Bezerra** e colaboradores, com foco em soluções tecnológicas para agricultura de precisão, empregando conceitos de visão computacional, processamento de imagens e desenvolvimento web.

**Contato**: (seu email ou telefone)