

Processamento de imagens para identificação de vegetação arbórea, arbustiva e herbácea de uma área mapeada do semiárido.

Aluno: Vitor José Ferreira dos Santos de Santana (MATRÍCULA:20199035514)

E-mail: vitorsantos@ufpi.edu.br; Período da Graduação: VII

Orientador: Frank César Lopes Véras - UFPI/CSHNB

Coorientador: Daniel Louçana da Costa Araújo - UFPI/CCA

3 de março de 2023

Resumo

Contexto: Cada vez mais, os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) estão sendo utilizados em diversas situações do cotidiano e áreas do conhecimento. Destacam-se, oportunamente, os reais avanços em técnicas que possibilitam o mapeamento de área e processamento de imagens coletadas pela câmera de um VANT, com objetivos bem específicos. A agricultura de precisão potencializa o conhecimento agronômico e, nesse contexto, o processamento daquelas imagens pode auxiliar pecuaristas na identificação de espécies vegetais e, consequentemente, na determinação da massa de forragem, melhorando a eficiência da produção.

Problema: A criação de animais depende de pastagem adequada para o manejo. Existem trabalhos que utilizam o processamento de imagens e VANTs de alto custo comercial para determinação de massa de forragem em área mapeada de regiões brasileiras. No entanto, na região do semiárido brasileiro há uma carência de trabalhos que auxiliem o agropecuarista na identificação de vegetação nativa e determinação de massa de forragem.

Proposta: Este trabalho propõe a construção de um VANT de baixo custo comercial, objetivando a coleta e processamento de imagens de uma área mapeada, no intuito de contribuir para o avanço da pecuária na região do semiárido brasileiro. O processamento de imagens aqui sugerido, tem o objetivo de identificar espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas amplamente encontrados no semiárido e, se possível, determinar a biomassa de pastagem.

Palavras-chaves: VANTs, processamento de imagens, mapeamento de área, semiárido, vegetação, agricultura de precisão.

1 Introdução

Os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) são aeronaves que não requerem tripulação e podem ser pilotadas remotamente ou por meio sistemas de navegação, como o GPS (Sistema de Posicionamento Global) (MELO et al., 2017). O uso de VANTs viabiliza o sensoriamento remoto (SR) que é muito importante na coleta de imagens para processamento por garantir alta flexibilidade, maior resolução de imagens capturadas e custo mais baixo. Comparados ao SR feito por aeronaves tripuladas, eles possuem a vantagem de possibilitar pilotagem remota (eliminando o risco de acidentes com a tripulação durante o processo) e voos mais próximos ao solo (CASSEMIRO; PINTO, 2014).

O sensoriamento remoto com VANT em uma área mapeada é utilizado em diversos estudos no Brasil, principalmente na agropecuária. O sensoriamento possibilita, como exemplo, acompanhar o crescimento da planta no campo (JORGE; INAMASU, 2014), identificação de pragas (FERREIRA et al., 2017), determinar massa de forragem (OGLIARI, 2020), avaliação do pasto (LISBOA, 2020), estimar rendimento de culturas (MELO et al., 2017) e identificar espécies invasoras (GONÇALVES, 2019).

O processamento de imagens contribui para o aprimoramento de informações pictóricas para interpretação humana (FILHO; NETO, 1999). Seu campo de atuação é vasto e ao ressaltar suas contribuições na Agricultura de Precisão (AP) é possível analisar os Índices de Vegetação (IV), como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e MPRI (Índice de Refletância Fotoquímica Modificado), das imagens coletas por meio do reconhecimento de padrões de uma árvore de decíções (SANTOS; PADOLFI; RAMALDES, 2018) e verificar a condição da vegetação (OGLIARI, 2020).

No clima semiárido, a vegetação é composta por plantas xerófilas que são adaptadas aos ambientes quentes e com poucos recursos hídricos. A flora caatinga é um tipo de vegetação adaptada ao solo seco e à escassez de água da região (CAMACAM; MESSIAS, 2022). Em geral, a vegetação da Caatinga é composta por três grupos, a saber: arbóreo: representa árvores de 8 a 12 metros de altura; arbustivo: representa vegetação de 2 a 5 metros de altura; herbácea: representa vegetação com menos de 2 metros de altura (CAMACAM; MESSIAS, 2022).

Devido à estacionalidade climática recorrente em regiões de Caatinga, é bastante comum no período das águas ter uma grande diversidade de espécies vegetais, principalmente herbácea (OLIVEIRA; MACÊDO; SANTOS, 2019). Durante todo o ano o pecuarista local utiliza a vegetação disponível no ambiente para alimentar sua criação de ruminantes sendo que as gramíneas e dicotiledôneas herbáceas podem fazer parte da alimentação de ruminantes no período chuvoso, compondo mais de 80% da dieta (FILHO, 2014). No entanto, esse modo pode não oferecer o desempenho esperado pelo criador, caso não haja grande potencial de massa de forragem na área.

1.1 Objetivos Gerais e Específicos

O objetivo geral deste pré-projeto é utilizar técnicas de processamento de imagens, capturadas por um VANT, para a identificação de espécies vegetais de uma área mapeada do semiárido brasileiro, bem como avaliar a viabilidade de determinar a massa de forragem. Os objetivos específicos do trabalho são:

1. Confeccionar um VANT de baixo custo utilizando equipamentos acessíveis, integrando câmera para coleta de imagens de espécies vegetais, visando a identificação das

mesmas;

2. Construir uma metodologia para classificar as imagens capturadas das espécies arbustivas, arbóreas e herbáceas, visando a determinação do nível de forragem, na região de Picos - PI;
3. Auxiliar os pequenos pecuaristas e agricultores, bem como os apicultores da região de Picos-PI, identificando as espécies vegetais.

2 Justificativa

A Região Nordeste do Brasil, com 1,56 milhão de km² (18,2% do território nacional), comporta a maior parte do Semiárido brasileiro, que se localiza na porção central dessa região, abrangendo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte do norte do Estado de Minas Gerais (Região Sudeste) ([SILVA et al., 2010](#)).

A criação de ruminantes, segundo [Junior et al. \(2004\)](#), tem bastante destaque no semiárido brasileiro onde caprinos e bovinos são encontrados por toda a extensão do semiárido e contribuem, de forma significativa, na economia da região. Para [SILVA et al. \(2010\)](#), as estiagens oriundas do semiárido implicam diretamente na produção agropecuária determinando seu sucesso.

A atividade pecuarista depende da qualidade e quantidade de substratos nutritivos oferecidos ao animal. Na caatinga, a vegetação nativa é utilizada na produção de forragem dos ruminantes ([BARROS; PORDEUS, 2016](#)). A produção de fitomassa da folhagem e ramos herbáceos da parte aérea da vegetação da caatinga perfaz cerca de 4,0 toneladas por hectare/ano, porém, com variações significativas em função da estação do ano, do ano, da localização e do tipo de caatinga ([FILHO; CRISPIM, 2002](#)).

[Lisboa \(2020\)](#) e [Santos, Padolfi e Ramaldes \(2018\)](#) destacam o auxílio do sensoriamento remoto com VANTs na obtenção de informações espectrais por imagens para o cálculo de IVs. Ao coletar imagens da vegetação nativa é possível identificar espécies que possam contribuir na melhoria de pastagem oferecida ao animal.

Por carência de trabalhos acadêmicos que auxiliem o agropecuarista na identificação de espécies nativas, através da fotogrametria proporcionada com o uso de VANTs, este trabalho visa, além de identificar vegetação dos grupos: arbóreo, arbustiva e herbácea, determinar a biomassa de pastagem presente na área mapeada.

3 Referencial Teórico

Esta seção descreve os conceitos fundamentais para o entendimento deste pré-projeto. As subseções explanam sobre veículos aéreos não tripulados, sensoriamento remoto, processamento de imagens, índices vegetativos e espécies vegetais do semiárido.

3.1 Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs)

Os VANTs foram projetados inicialmente para propósitos militares por possibilitar o cumprimento de missões de alto nível sem oferecer risco direto aos seus operadores e o crescente número de aplicações com VANTs acompanha o avanço tecnológico no processamento de dados e a miniaturização de componentes eletrônicos ([ARMADA, 2004](#)).

Estas aeronaves também proporcionam baixo custo, alta flexibilidade ([CASSEMIRO; PINTO, 2014](#)) e são controladas de forma remota ou por GPS ([MELO et al., 2017](#)).

O interesse nestas aeronaves não tripulados tem aumentado ao redor do mundo. Avanços recentes na tecnologia computacional, desenvolvimento de software, materiais mais leves, sistemas globais de navegação, avançados links de dados, sofisticados sensores e a miniaturização são os motivos do aumento de desenvolvimentos de VANTs ([JORGE; INAMASU, 2014](#)). Além da aeronave, o VANT é composto de uma estação de controle em solo, onde é possível planejar e acompanhar a missão a ser executada ([JORGE; INAMASU, 2014](#)), câmera, sistema de posicionamento e outros.

Se equipados com equipamentos de transmissão de dados, são capazes de transmitir, em tempo real os dados recolhidos. Sendo assim, as aeronaves não tripuladas têm sido projetadas para vários tipos de missão, mas o relato que se tem é que a origem desses veículos está ligada à área militar, como alvos aéreos manobráveis, reconhecimento tático, guerra eletrônica, entre outras ([JORGE; INAMASU, 2014](#)). Os VANTs são divididos em duas categorias: Asa Fixa, Asa Rotativa ([LISBOA, 2020](#)). E este projeto tem como foco o de asa rotativa.

3.1.1 VANTs de Asas Fixas

VANTs de asa fixa foram adaptados para aplicações civis a partir de projetos militares ([LONGHITANO, 2010](#)). Estas aeronaves possuem ampla cobertura, mas o nível de resolução por pixel é menor, o que inviabiliza muitas aplicações onde o nível de detalhe é crítico ([CASSEMIRO; PINTO, 2014](#)), proporcionando estabilidade de voo, condições satisfatórias para fotos de alta qualidade e autonomia energética, ideal para voos de longa distância ([MELO et al., 2017](#)). A Figura 1 representa um exemplo de um VANT de asa fixa, o VANT israelense Hermes 900, importado pela Força Aérea Brasileira.



Figura 1 – Hermes 900 - Fonte: ([FAB, 2014](#))

3.1.2 VANTs Rotativos

O princípio dos VANTs de asa rotativa é o do helicóptero, utilizando hélices para o seu funcionamento ([HENRIQUE et al., 2019](#)). Este tipo de aeronave geralmente possui quatro motores possibilitando estabilidade em um ponto específico garantindo precisão de imagem dificilmente obtível por outros métodos. No entanto, este tipo de aeronave possui restrição no tempo de voo, a falta de aerodinâmica, a baixa eficiência dos motores e a dificuldade de armazenar carga em baterias leves compõem as principais limitações dessa tecnologia ([CASSEMIRO; PINTO, 2014](#)). A Figura 2 representa um exemplo de VANT rotativo de modelo Phantom 4 PRO V2.0.



Figura 2 – Phantom 4 PRO V2.0 - Fonte: ([DJI, 2018](#))

3.2 Sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto (SR) é o processo para obter imagens da superfície terrestre a distâncias remotas ([GUEDES; SILVA, 2018](#)), tendo seu início com a invenção da câmara fotográfica que foi o primeiro instrumento utilizado e que, até os dias atuais, são ainda utilizadas para tomada de fotos aéreas, possibilitando aplicações voltadas para o uso militar, agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas e etc ([FIGUEIREDO, 2005](#)). Na agricultura é possível desenvolver soluções como de identificação de plantas de milho ([SALVADORI, 2020](#)) e plantas invasoras ([GONÇALVES, 2019](#)).

A grande revolução do SR aconteceu no início da década de 70, com o lançamento dos satélites de recursos naturais terrestres. Os satélites, embora demandem grandes investimentos e muita energia nos seus lançamentos, orbitam em torno da Terra por vários anos. Durante sua operação em órbita o consumo de energia é mínimo, pois são mantidos a grandes altitudes onde não existe resistência do ar e a pequena força gravitacional terrestre é equilibrada pela força centrífuga do movimento orbital do satélite ([FIGUEIREDO, 2005](#)).

O sistema LANDSAT (LAND SATellite) foi o primeiro a obter de forma sistemática, imagens terrestres sinópticas de média resolução. Nos dias atuais, o SR é quase que totalmente alimentado por imagens obtidas por meio da tecnologia dos satélites orbitais ([FIGUEIREDO, 2005](#)). A Figura 3 ilustra o esboço do primeiro satélite do sistema LANDSAT a ser lançado, o Landsat1. Atualmente, o sistema de SR realizado por VANTs oferece coleta direta e com alta resolução, além de não oferecer risco de perda de vidas de tripulantes ([LONGHITANO, 2010](#)) e custar menos que uma aeronave tripulada ou um satélite para os mesmos fins ([JENSEN; EPIPHANIO, 2009](#)).



Figura 3 – Esboço Landsat 1. - Fonte: ([SCIENCE, 2016](#))

3.3 Processamento de imagens

Processamento de imagem é o processo de analisar imagens digitais, para possibilitar tarefas como auxiliar a visão humana melhorando as informações presentes nas imagens e analisar cenas por um computador de forma automática (FILHO; NETO, 1999). As primeiras aplicações do processamento de imagens buscavam formas de aprimorar a qualidade de impressão de imagens digitalizadas transmitidas por cabo submarino entre Londres e Nova Iorque (FILHO; NETO, 1999).

O processamento é iniciado com a captura de uma imagem, a qual, normalmente, corresponde à iluminação que é refletida na superfície dos objetos, realizada através de um sistema de aquisição. Após a captura por um processo de digitalização, uma imagem precisa ser representada de forma apropriada para tratamento computacional. Imagens podem ser representadas em duas ou mais dimensões. O primeiro passo efetivo de processamento é comumente conhecido como pré-processamento, o qual envolve passos como a filtragem de ruídos introduzidos pelos sensores e a correção de distorções geométricas causadas pelo sensor (QUEIROZ; GOMES, 2006).

O processamento de imagens multiespectrais demonstra vantagem na facilidade para executar as operações aritméticas de soma, subtração, multiplicação e divisão. É um processo bastante rápido para ajustar e suavizar imagens muito ruidosas ou para se obter realces de toda a área de uma imagem ou de alvos específicos de interesse do analista (MENESES; ALMEIDA, 2012). Este processo necessita pelo menos duas bandas obtidas pelo mesmo tipo de sensor e tem como método a aplicação em cada pixel por meio de operações matemática pré-definida (PEREIRA, 2022).

3.4 Índices de Vegetação

Índices de Vegetação (IV) são uma combinação aritmética entre duas ou mais bandas que evidenciam algum componente de interesse. As imagens multiespectrais tem permitido desenvolver índices que são associados a diversas propriedades fisiológicas da vegetação (vigor, senescência, estresse hídrico) (JORGE; INAMASU, 2014). O uso dos IVs resultam na presença e condição da vegetação (OGLIARI, 2020), como exemplo temos o NDVI, NDRE, MPRI, SAVI e LAI.

O NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) é um indicador sensível da quantidade e condição da vegetação e é obtido pela razão entre a diferença das refletâncias das bandas do infravermelho próximo e no vermelho, e pela soma das mesmas (BORATTO; GOMIDE, 2013). O NDRE (Índice de RedEdge por Diferença Normalizada) indica a quantidade e condição da vegetação por meio do espectro RedEdge (Borda Vermelha) possuindo maior correlação com a produção de biomassa em comparação com o NDVI (LISBOA, 2020).

O MPRI (Índice de Refletância Fotoquímica Modificado) é baseado na diferença normalizada entre duas bandas, porém, o mesmo utiliza as bandas da região do verde e do vermelho, sendo independente de uma banda do infravermelho (SANTOS; PADOLFI; RAMALDES, 2018). O SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) leva em consideração os efeitos do solo exposto nas imagens analisadas, para ajustes do NDVI quando a superfície não está completamente coberta pela vegetação (BORATTO; GOMIDE, 2013). O LAI (Índice de Área Foliar) é um índice biofísico definido pela razão entre a área foliar de uma vegetação por unidade de área utilizada por esta vegetação (BORATTO; GOMIDE, 2013).

3.5 Vegetação no Semiárido

O Semiárido brasileiro tem a maior parte de seu território ocupada por uma vegetação adaptada às condições de aridez, de fisionomia variada, denominada Caatinga ([SILVA et al., 2010](#)), equivalendo a 10.1% do território nacional ([IBGE, 2019](#)). Denomina-se um ambiente rico em biodiversidade ([SILVA et al., 2010](#)), com grande potencial forrageiro ([OLIVEIRA; MACÊDO; SANTOS, 2019](#)) e composto pelos estratos árboreo, arbustivo e herbáceo ([CAMACAM; MESSIAS, 2022](#)). A figura 4 detalha a presença da caatinga, com ênfase nas cidades piauienses.

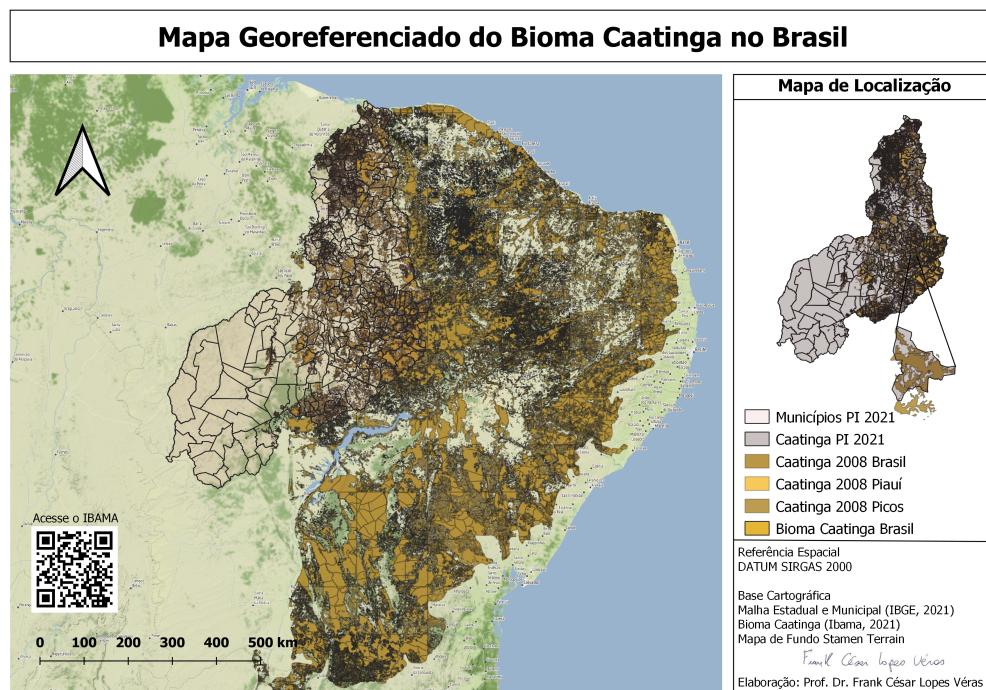


Figura 4 – Mapa Georeferenciado da Caatinga no Brasil - Fonte: ([IBGE, 2019](#))

O estrato arbóreo é composto por árvores com cerca oito metros de altura, perdendo suas folhas no período considerado seco ([OLIVEIRA; MACÊDO; SANTOS, 2019](#)). No entanto, a altura das árvores varia em decorrência da espécie observada. São exemplos de espécies forrageiras integrantes do estrato árboreo que podem ser encontradas na região picoense é a *Albizia niopoides* (Angico-Branco), o *Ziziphus* (Juazeiro), a *Piptadenia moniliformis* (Angico-de-bezerro) e a *Parkia platycephala* (Faveira ou Faveira-de-bolota) ([NASCIMENTO et al., 1996](#)).

O estrato arbustivo é composto por arbustos entre dois a cinco metros de altura e, assim como as árboreas, também perdem suas folhas no período considerado seco ([OLIVEIRA; MACÊDO; SANTOS, 2019](#)). Na região de Picos, pode ser encontrado espécies forrageiras que integram o estrato arbustivo como a *Desmanthus virgatus* (Jureminha) ([NASCIMENTO et al., 1996](#)), o *Croton sonderianus* (Marmeleiro) e a *Cnidoscolus phyllacanthus* (Favela) ([LIMA, 1996](#)).

O estrato herbáceo é composto por ervas que não apresentam lenho com menos de dois metros de altura e possuem um ciclo de vida anual, com desenvolvimento rápido ([OLIVEIRA; MACÊDO; SANTOS, 2019](#)). A quantidade de forragem herbácea depende

da estação chuvosa ([SANTANA et al., 2011](#)). Algumas forrageiras do estrato herbáceo que podem ser encontrados na região picoense são a *Cordia leucocephala* (Moleque-duro) ([LIMA, 1996](#)), a *Barreria verticillata* (Cabeça-branca), a *Merremia aegyptia* (Jitirana peluda) ([NASCIMENTO, 2008](#)), o *Eleusine indica* (Capim-pé-de-galinha) e o *Axonopus purpusii* (Capim-mimoso) ([NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001](#)).

4 Trabalhos Relacionados

Esta seção descreve e apresenta características sobre trabalhos relacionados ao processamento de imagens para a identificação de vegetais, tendo como foco regiões mapeadas e identificadas como potenciais áreas de pastagens. É também apresentado um quadro comparativo para a análise de aspectos importantes em relação a este trabalho.

Para fundamentar esta pesquisa, foram utilizados portais de acesso à bases científicas como o *Google Academic*, onde foram selecionados artigos que versam sobre desenvolvimento de um VANT, identificação de espécies vegetativas e auxílio na determinação de massa de forragem por meio de índices vegetativos. A Caatinga brasileira possui uma carência de trabalhos sobre a identificação de suas espécies vegetais nativas e seus níveis de forragem para ruminantes. Desta forma, foram pesquisados trabalhos, não limitados à região do semiárido, que analisam e/ou, solucionam problemas semelhantes a este projeto.

A Tabela 1 mostra os trabalhos relacionados a este pré-projeto de acordo com 4 critérios: o modelo do VANT utilizado, a região mapeada em que foi realizado o estudo, se é aplicada uma metodologia para classificação da vegetação estudada, se o trabalho auxilia na determinação da massa de forragem da vegetação mapeada.

Tabela 1 – Quadro comparativo de trabalhos relacionados

Trabalho	I	II	III	IV
(MESCOLOTI et al., 2018)	F-450	Não	Não	Não
(RENNER et al., 2020)	Skywalker X8	Não	Não	Não
(GONÇALVES, 2019)	Phantom 3 Advanced	Costa da Caparica, Palmela e Sintra - Portugal	Sim	Não
(SALVADORI, 2020)	Phantom 4 Advanced	Ponta Grossa - PR	Sim	Não
(LISBOA, 2020)	Matrice 100 DJI	Viçosa-MG	Não	Sim
(FONSECA, 2020)	Phantom 4 DJI	Serra Talhada-PE, Arcoverde-PE, Salgueiro-PE	Sim	Sim
Este pré-projeto	F-450	Picos-PI	Sim	Sim

I — Modelo de VANT; II — Região mapeada; III — Classifica a vegetação;

IV — Auxilia na determinação da massa de forragem;

O trabalho de [Renner et al. \(2020\)](#) desenvolve um VANT de asa fixa, sugerindo modificações estruturais que demonstraram um aperfeiçoamento significativo no desempenho de voo e diminuição no custo total da aeronave. O artigo de [Mescoloti et al. \(2018\)](#) trata do desenvolvimento de um VANT de baixo custo de asa rotativa que utiliza um microcontrolador arduino Atmel AVR, que foi incapaz de gerenciar todos os sensores e ter uma boa comunicação com a estação de controle e a placa de estabilização resultando no calcelamento dos testes de voo autônomo. Neste pré-projeto será utilizado uma controladora APM (*Ardupilot Mega 2.8*) que apresenta melhores resultados acerca desses aspectos.

O trabalho de Gonçalves (2019) apresenta a construção de um sistema que reconhece automaticamente uma espécie invasora de culturas agrícolas, a *Acacia Longifolia*, por meio de *Deep Learning* (Aprendizagem Profunda) e sensoriamento remoto com VANT. O trabalho de Salvadori (2020) tem o objetivo de desenvolver um sistema de detecção e quantificação de plantas de milho por meio de redes neurais convolucionais com imagens obtidas por um VANT. Estes trabalhos são semelhantes a este pré-projeto quanto à prática de identificação de espécies por redes neurais, mas nenhum dos estudos visa auxiliar na determinação da massa de forragem das plantas detectadas.

O estudo de Lisboa (2020) determina correlações entre IVs e a massa de forragem do capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), por meio do sensoriamento remoto com um VANT de asa rotativa. A autora não considera a vegetação nativa de um bioma, mas valida o índice *Red Edge* para mensurar a massa de forragem. O estudo de FONSECA (2020) utiliza um VANT para definir uma metodologia de determinação de biomassa presente em áreas de cobertura nativa de Caatinga Densa, Aberta e Pastagem em cidades pernambucanas, validando a importância dos IVs na predição de biomassa. O estudo faz uma classificação da vegetação e correlaciona seus IVs e biomassa.

Por fim, este pré-projeto é o único que fará o desenvolvimento e o uso de um VANT de asa rotativa de baixo custo para o registro de imagens em regiões mapeadas de vegetação nativa da caatinga picoense. Dentre todos os artigos apresentados, alguns propuseram métodos de detecção de plantas específicas, porém este propõe uma metodologia de classificação de espécies nativas árboreas, arbustivas e herbáceas, visando auxiliar a determinação da massa de forragem. A análise realizada é valiosa no entendimento da importância de cada projeto e a interação que há entre eles. Os pontos apresentados só comprovam a importância e a contribuição que este pré-projeto tem a oferecer.

5 Esboço da Proposta

Nesta seção será feita uma breve descrição da proposta deste pré-projeto, cuja execução inicia-se pelo desenvolvimento de um quadricóptero (um tipo de VANT) de baixo custo comercial para a coleta de imagens de espécies nativas em uma área mapeada do semiárido picoense objetivando sua identificação e classificação e que, com os resultados, possa auxiliar no cálculo da massa de forragem da respectiva área.

O VANT será montado sobre uma base/frame do tipo F450, com 4 motores *brushless* de 820 Kv de potência que devem acionar 4 hélices de 10x4.5 polegadas. A aeronave deverá contar ainda com 4 ESC's (*Electronic Speed Controller*) de 30 A - cada um, um módulo GPS (*Global Positioning System*), um módulo de telemetria com 915 MHz, um rádio controle de 2.4 G, uma câmera 4K Ultra HD para a captura das imagens dos vegetais que estará acoplada ao frame e uma placa controladora APM 2.8 (equipada com *Compass* - bússola) atuando como computador central do VANT e seus dispositivos.

A proposta é realizar testes preliminares nas configurações dos equipamentos acima descritos para que os mesmos proporcionem confiabilidade e bom desempenho da aeronave, permitindo a realização de missões planejadas e configuradas através do software *Mission Planner*, bem como que tornem viáveis as capturas das imagens aéreas em pontos específicos das regiões mapeadas.

Propõem-se, com a captura das imagens, criar uma metodologia para a detecção, classificação e identificação das espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas da região sobrevoada no semiárido picoense. Para tanto, o estudo do estado da arte foi feito de forma a

evidenciar os trabalhos que têm relação com este projeto, apresentando especificidades das técnicas de processamento de imagem mais aplicadas e que estejam no contexto deste projeto.

Com o levantamento dos trabalhos apresentados na seção 4, deverá ser feita uma análise dos procedimentos utilizados para o cálculo dos IVs (NDVI, NDRE, MPRI, SAVI ou LAI), pretendendo-se aplicar aquele que melhor se adequar às condições da vegetação em dois períodos da região estudada: na estação das chuvas e na estação da seca.

A metodologia deverá ser capaz de registrar imagens de boa resolução com o sensoriamento remoto de uma área, detectar e identificar as espécies para que possa realizar uma correta classificação de cada estrato vegetativo disponível na área mapeada, de forma que seja possível sua adequação em outras áreas mapeadas da região. Para realizar a classificação das espécies deverão ser considerados parâmetros do aprendizado de máquina, aliado ao treinamento de uma rede neural, que possam validar a precisão na identificação das amostras registradas.

5.1 Avaliação/Estudos de Caso

A contribuição do trabalho desenvolvido a partir deste pré-projeto é uma metodologia de detecção e identificação de vegetação nativa da caatinga picoense e, posteriormente, a sua classificação em vegetação arbórea, arbustiva e/ou herbácea. A avaliação da classificação das espécies será por meio da divisão das amostras nas categorias de treino, destinado ao aprendizado da rede neural, e teste, aplicado à avaliação da acurácia.

Ao final do estudo deverá ser possível a verificação dos resultados obtidos de identificação e classificação através do aprendizado de máquina com o observado na área mapeada. Assim, a metodologia aplicada poderá auxiliar na estimativa do cálculo da massa de forragem de diferentes regiões do semiárido picoense com baixo custo de investimento, beneficiando o pecuarista local.

6 Metodologia e Cronograma

Nesta seção será apresentada a metodologia para a identificação de vegetação. A metodologia usada nesse projeto para obtenção dos resultados consiste em: Fase 1 - Pesquisa bibliográfica e desenvolvimento do VANT; Fase 2 - Testes de voo do VANT e coleta das imagens; Fase 3 - Pré-processamento das imagens e detecção, identificação e classificação; Fase 4 - Validação dos resultados. A Figura 5 traz um fluxograma que representa a metodologia descrita.

Fase 1 - Pesquisa bibliográfica e desenvolvimento do VANT: Nesta fase, deverá ser feito um levantamento do estado da arte com a finalidade de verificar a exclusividade dessa proposta, além de coletar informações que possam servir de melhoria a este projeto. Também deverá ser realizado o desenvolvimento do VANT a ser utilizado no projeto com os dispositivos acima descritos.

Fase 2 - Testes de voo do VANT e coleta das imagens: Esta fase destina-se aos testes de desempenho e confiabilidade da aeronave, como testes de motores, hélices, GPS, câmera e controlador de velocidade. Após a conclusão dos testes, a captura das imagens deverá ser realizada em uma área mapeada com o auxílio do *Mission Planner*, permitindo missões planejadas com VANTs.

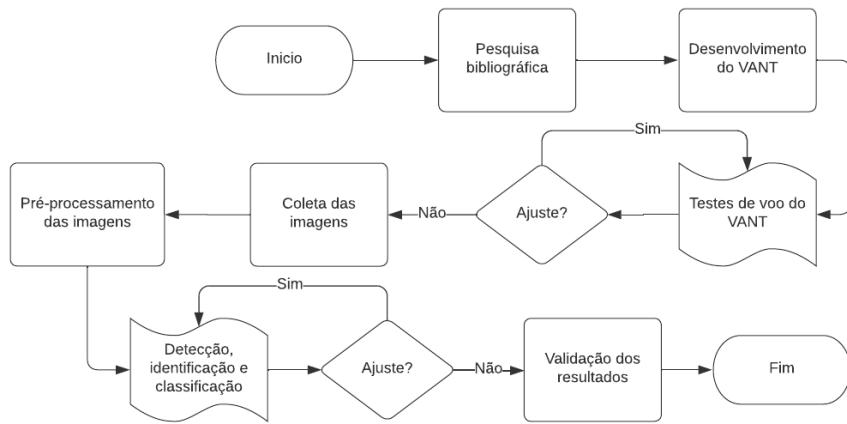


Figura 5 – Metodologia do projeto.

Fase 3 - Pré-processamento das imagens e detecção, identificação e classificação: Nesta fase o pré-processamento deverá ser realizado com o redimensionamento e a segmentação das imagens, visando simplificar o processo de detecção e identificação. Assim, será possível realizar o treinamento da rede neural viabilizando a classificação das espécies.

Fase 4 - Validação dos resultados: Esta fase destina-se à validação dos resultados obtidos pela classificação das espécies. Os resultados deverão ser expostos por meio de gráficos ou tabelas e suas respectivas discussões. A acurácia e a precisão dos resultados obtidos através das métricas aplicadas serão essenciais para a validação da metodologia proposta por este pré-projeto.

Para finalizar, a seguir é possível acompanhar o cronograma previsto para desenvolvimento de todas as atividades envolvidas com este pré-projeto.

Tabela 2 – Cronograma de atividades

Atividades	Mês 1 e 2	Mês 3 e 4	Mês 5 e 6	Mês 7 e 8
Fase 1	X			
Fase 2	X	X		
Fase 3		X		
Fase 4		X	X	
Escrita da Monografia		X	X	X
Correção			X	X
Apresentação				X

Referências

- ARMADA. The growing world of unmanned airborne spies. *International Security*, IN: Armada International, v. 28, n. 3, 2004. Citado na página 3.
- BARROS, J. D. de S.; PORDEUS, A. V. Agricultura no semiárido brasileiro: Desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis. 2016. Citado na página 3.
- BORATTO, I. D.; GOMIDE, R. L. Aplicação dos índices de vegetação ndvi, savi e iaf na caracterização da cobertura vegetativa da região norte de minas gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu . . . , 2013. Citado na página 6.
- CAMACAM, B. L. M.; MESSIAS, C. M. B. de O. Potencial alimentar de frutas e plantas da caatinga: revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, p. e39911931997–e39911931997, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 7.
- CASSEMIRO, G. H. M.; PINTO, H. B. Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com drone. 2014. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 4.
- DJI. *Phantom 4 Pro V2.0*. 2018. Disponível em: <https://www.dji.com/phantom-4-pro-v2?site=brandsitefrom=eolphantom-4>. Citado na página 5.
- FAB. *Hermes 900*. 2014. Disponível em: <https://flickr.com/photos/portalfab/15166793965/in/photostream/>. Citado na página 4.
- FERREIRA, R. et al. Identificação de pragas na agricultura com auxílio de vants. *Anuário Acadêmico-científico da UniAraguaia*, v. 6, n. 1, p. 47–52, 2017. Citado na página 2.
- FIGUEIREDO, D. Conceitos básicos de sensoriamento remoto. *São Paulo*, 2005. Citado na página 5.
- FILHO, J. A. de A. Proposta para a implementação do manejo pastoril sustentável da caatinga. 2014. Citado na página 2.
- FILHO, J. A. de A.; CRISPIM, S. M. A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no nordeste do brasil. In: IN: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE . . . [S.l.], 2002. Citado na página 3.
- FILHO, O. M.; NETO, H. V. *Processamento digital de imagens*. [S.l.]: Brasport, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 6.
- FONSECA, C. K. L. *Uso de drone para estimativa de biomassa em áreas de caatinga do estado de Pernambuco*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 9.
- GONÇALVES, C. d. C. L. *Identificação automática de plantas invasoras em imagens aéreas*. Tese (Doutorado), 2019. Citado 4 vezes nas páginas 2, 5, 8 e 9.

- GUEDES, J.; SILVA, S. M. P. da. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: Princípios físicos, sensores e métodos. 2018. Citado na página 5.
- HENRIQUE, T. N. et al. Montagem protótipo drone multirotor. *Anais do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Evangélica de Goiás-UniEVANGÉLICA*, v. 2, n. 1, p. 4–8, 2019. Citado na página 4.
- IBGE, I. B. de Geografia e E. *Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000*. [S.l.]: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais., 2019. Citado na página 7.
- JENSEN, J. R.; EPIPHANIO, J. C. N. *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. [S.l.]: Parêntese Editora São José dos Campos, 2009. Citado na página 5.
- JORGE, L. d. C.; INAMASU, R. Y. Uso de veículos aéreos não tripulados (vant) em agricultura de precisão. In: BERNARDI, AC de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, AV de; BASSOI, LH; INAMASU . . . , 2014. Citado 3 vezes nas páginas 2, 4 e 6.
- JUNIOR, E. H. et al. Tipologia e estrutura da renda de caprino-ovinocultores de base familiar no sertão baiano do São Francisco. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 6., 2004 . . . , 2004. Citado na página 3.
- LIMA, J. d. Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades. *Petrolina: Embrapa-CPATSA*, 1996. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 8.
- LISBOA, A. M. Sensoriamento remoto na avaliação de pasto de brachiaria decumbens. Universidade Federal de Viçosa, 2020. Citado 6 vezes nas páginas 2, 3, 4, 6, 8 e 9.
- LONGHITANO, G. A. *VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.
- MELO, J. C. et al. A system embedded in small unmanned aerial vehicle for vigor analysis of vegetation. p. 310–321, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 4.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. d. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. *Universidade de Brasília, Brasília*, 2012. Citado na página 6.
- MESCOLOTI, A. et al. Desenvolvimento de um vant autônomo utilizando hardware e materiais de baixo custo. In: *Colloquium Exactarum. ISSN: 2178-8332*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 10, n. 1, p. 41–50. Citado na página 8.
- NASCIMENTO, M. et al. Forrageiras da bacia do Parnaíba: usos e composição química. *Teresina: EMBRAPA Meio-Norte/Recife: Associação Plantas do Nordeste, 86p. (EMBRAPA Meio-Norte. Documentos, 19)*, 1996. Citado na página 7.
- NASCIMENTO, M. d. P. S. C. B. d.; RENVOIZE, S. A. *Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na região meio-norte*. [S.l.]: Embrapa Meio-Norte, 2001. Citado na página 8.
- NASCIMENTO, M. do P. Socorro. Bona do. *Plantas do Semiárido : Conhecimento e Usos no Assentamento Marrecas*. [S.l.]: Embrapa, 2008. v. 1. Citado na página 8.
- OGLIARI, D. G. P. Índices espectrais em pastagem natural sob diferentes ofertas de forragem no bioma pampa. 2020. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 6.

OLIVEIRA, L. B. d.; MACÊDO, A. J. d. S.; SANTOS, E. M. Interação entre espécies forrageiras nativas e cultivadas em condições de semiárido: revisão. *Arquivo de Ciências Veterinária e Zoologia*, v. 22, n. 4, p. 127–138, 2019. Citado 2 vezes nas páginas [2](#) e [7](#).

PEREIRA, F. M. Processamento e composição de imagens aéreas obtidas com vant. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022. Citado na página [6](#).

QUEIROZ, J. E. R. de; GOMES, H. M. Introdução ao processamento digital de imagens. *Rita*, v. 13, n. 2, p. 11–42, 2006. Citado na página [6](#).

RENNER, L. et al. Desenvolvimento e montagem de vant de asa fixa de baixo custo para suprir a demanda de ensino e pesquisa nas áreas de geociências. *Terrae Didatica*, v. 16, p. e020002–e020002, 2020. Citado na página [8](#).

SALVADORI, E. *Identificação de plantas de milho utilizando imagens aéreas obtidas por VANTs*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020. Citado 3 vezes nas páginas [5](#), [8](#) e [9](#).

SANTANA, D. F. Y. et al. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, SciELO Brasil, v. 40, p. 69–78, 2011. Citado na página [8](#).

SANTOS, O. L. dos; PADOLFI, A. S.; RAMALDES, G. P. Análise de índice de vegetação através de imagens obtidas por vant. *Revista Científica FAESA*, v. 14, n. 1, p. 145–165, 2018. Citado 3 vezes nas páginas [2](#), [3](#) e [6](#).

SCIENCE, L. "Landsat1". *Landsat Science*. NASA. 2016. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-1/>. Citado na página [5](#).

SILVA, P. C. G. da et al. Caracterização do semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, IB; SILVA, PCG da.(Ed.). Semiárido brasileiro: pesquisa . . . , 2010. Citado 2 vezes nas páginas [3](#) e [7](#).

Avaliação Final de TCC 01

ESTE DOCUMENTO DEVE SER PREENCHIDO PELO PROFESSOR AVALIADOR.

Este formulário será entregue junto com o pré-projeto impresso. Tal avaliação mais detalhada ajudará o aluno a evoluir seu trabalho futuro.

Professor, favor preencher antes da defesa apenas os nomes e a tabela de Avaliação Sobre o Documento.

Marque com um X a opção que melhor corresponde à sua avaliação.

Avaliação Sobre o Documento:

PARTE AVALIADA	RUIM	BOM	ÓTIMO
RESUMO			
INTRODUÇÃO			
OBJETIVOS			
REFERENCIAL TEÓRICO			
TRABALHOS RELACIONADOS			
PROPOSTA			
AVALIAÇÃO			
CRONOGRAMA			
ESCRITA EM GERAL			

Avaliação Sobre a Apresentação:

PARTE AVALIADA	RUIM	BOM	ÓTIMO
SEGURANÇA			
CLAREZA DE ARGUMENTAÇÃO			
TEMPO DE APRESENTAÇÃO			
SLIDES			

Nota :