

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Análise da Viabilidade de Utilização de Veículo Aéreo Não  
Tripulado no Controle da Dengue no Município de Maringá -  
Paraná**

*Murillo Martins Montilha*

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

Análise da Viabilidade de Utilização de Veículo Aéreo Não  
Tripulado no Controle da Dengue no Município de Maringá -  
Paraná

**Murillo Martins Montilha**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof<sup>(a)</sup>. Msc. Daiane Maria De Genaro  
Chirolí

**Maringá - Paraná**  
**2015**

**DEDICATÓRIA**

*Dedico esta conquista a toda minha família e amigos,  
que sempre me apoiam incondicionalmente em todos  
os projetos de minha vida.*

## EPÍGRAFE

*“Toda a nossa ciência, comparada com a realidade, é primitiva e infantil – e, no entanto, é a coisa mais preciosa que temos.”*

Albert Einstein (1879 – 1955)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Walter Luiz e Marcia, e avós Walter e Maria Aparecida, por me proporcionaram as melhores condições possíveis de estudo.

Aos meus amigos, namorada e irmã, que de alguma forma me ajudaram a superar os obstáculos e momentos de fraqueza.

A todos os funcionários do Programa Municipal de Controle da Dengue, que me receberam de braços abertos e dedicaram uma pequena porção de seu tempo para me atender, em especial a enfermeira Udelysses Janete, que me auxiliou incondicionalmente nas etapas deste estudo.

As professora Daiane e Marcia, que me incentivaram desde o início, me guiando e orientando pelos caminhos da pesquisa científica.

## RESUMO

A dengue é um problema recorrente que afeta todo o planeta, principalmente as regiões tropicais, e é considerado um dos maiores problemas da saúde pública mundial pela Organização Mundial de Saúde. Esta estima que aproximadamente 390 milhões de pessoas contraem a doença por todo o mundo a cada ano. No Brasil, desde o primeiro registro da doença nos anos 80, a dengue vem ocorrendo de forma contínua, intercalando períodos epidêmicos com picos da doença cada vez maiores. Com base nisso, este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da utilização do veículo aéreo não tripulado, popularmente conhecido como drone, no auxílio ao programa de controle da dengue executado no município de Maringá – PR. Concluiu-se que a utilização desta aeronave é viável, visto que é um investimento economicamente atrativo devido ao seu baixo custo frente ao investimento anual com agentes de saúde ambiental.

Palavras-chave: Análise de Viabilidade, Veículo Aéreo Não Tripulado, Dengue, Drone.

## ABSTRACT

*Dengue is a recurring problem that affects the entire world, especially the tropical areas. It is considered one of the world's greatest public health problems by the World Health Organization, which estimates that approximately 390 million people get infected by this disease each year worldwide. In Brazil, since the first report of the disease in 80's, dengue has continually occurred, alternating epidemic periods with peaks of increasing disease. Therefore, this study aims to assess the feasibility of using unmanned aerial vehicle, popularly known as drone, in aid of the dengue control program executed in Maringá - PR. In conclusion the use of this aircraft is feasible, since it is an economically attractive investment due to its low cost against the annual investment with manpower.*

*Key-words: Feasibility Analysis, Unmanned Aerial Vehicle, Dengue, Drone.*

## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| <b>RESUMO</b> .....  | vi   |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | vii  |
| <b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....  | x    |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....  | xi   |
| <b>LISTA DE QUADROS</b> .....  | xii  |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....  | xiii |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 1    |
| 1.1 Justificativa .....  | 1    |
| 1.2 Definição e delimitação do problema .....  | 2    |
| 1.3 Objetivos .....  | 2    |
| 1.3.1 Objetivo geral .....   | 2    |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....  | 3    |
| 1.4 Estrutura do trabalho.....   | 3    |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....   | 4    |
| 2.1 Logística Urbana.....  | 4    |
| 2.2 Dengue .....   | 4    |
| 2.2.1 Contextualização .....   | 4    |
| 2.2.2 Cenário mundial da dengue .....  | 5    |
| 2.2.3 Cenário brasileiro da dengue .....   | 6    |
| 2.2.4 Cenário da dengue no Paraná e em Maringá .....   | 6    |
| 2.3 Veículo Aéreo Não Tripulado.....   | 7    |
| 2.3.1 Contextualização .....   | 7    |
| 2.3.2 Utilização do VANT no combate à dengue.....  | 8    |
| 2.3.3 Requisitos Gerais para Veículos Aéreos Não Tripulados e Aeromodelos<br>(RBAC-E nº 94)..... | 9    |
| 2.4 Análise de Viabilidade.....  | 11   |
| 2.4.1 <i>Payback</i> .....   | 11   |
| 2.5 Considerações finais do capítulo .....   | 13   |
| <b>3 METODOLOGIA</b> .....   | 14   |
| <b>4 DESENVOLVIMENTO</b> .....   | 16   |
| 4.1 Caracterização da Área de Estudo .....   | 16   |
| 4.1.1 Maringá – PR.....  | 16   |
| 4.1.2 Secretaria de Saúde de Maringá .....   | 16   |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.1.3    | Vigilância Ambiental.....   | 17        |
| 4.1.4    | Programa Municipal de Controle da Dengue .....                        | 17        |
| 4.1.5    | Divisão Administrativa.....   | 18        |
| 4.2      | O Processo de Controle da Dengue em Maringá.....                      | 19        |
| 4.2.1    | Programa Nacional de Controle da Dengue .....                         | 20        |
| 4.2.2    | Programa Municipal de Controle da Dengue (PMCD) .....                 | 21        |
| 4.2.3    | Levantamento de Índice Rápido para <i>Aedes aegypti</i> .....         | 21        |
| 4.2.4    | Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue (SISPNCD) .....    | 22        |
| 4.2.5    | Plano de Contingencia .....   | 22        |
| 4.2.6    | Vigilância epidemiológica.....  | 23        |
| 4.2.7    | Assistência .....   | 24        |
| 4.2.8    | Auditoria, Controle e Avaliação .....                                 | 25        |
| 4.2.9    | Apoio, Diagnóstico e Suprimento .....                                 | 25        |
| 4.3      | Controle Vetorial .....   | 25        |
| 4.3.1    | Ciclos de visitas diário.....   | 26        |
| 4.3.2    | Orientação da população .....   | 28        |
| 4.3.3    | Recuperação.....  | 28        |
| 4.3.4    | Registro semanal .....  | 28        |
| 4.3.5    | Pontos estratégicos .....   | 28        |
| 4.3.6    | Bloqueio costal .....   | 29        |
| 4.4      | Dificuldades Enfrentadas pelos Agentes .....                          | 29        |
| 4.5      | Análise de Viabilidade.....   | 38        |
| 4.5.1    | Orçamento do programa de controle da dengue em Maringá para 2015..... | 39        |
| 4.5.2    | Custo de aquisição do VANT e treinamento de pessoal .....             | 40        |
| 4.5.3    | Comparação VANT e ASA .....   | 46        |
| 4.5.4    | <i>Payback</i> .....  | 53        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>56</b> |
| 5.1      | Dificuldades e Limitações .....                                       | 56        |
| 5.2      | Proposta de trabalhos futuros.....                                    | 57        |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>58</b> |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 : VANT ambulância desenvolvido na <i>Delf University</i> .....            | 8  |
| Figura 2 : Fluxograma das Regras de Voo .....                                      | 11 |
| Figura 3 : Fluxograma do método .....  | 14 |
| Figura 4 : Mapa da Divisão Administrativa por Regionais .....                      | 18 |
| Figura 5 : Mapa da Divisão Administrativa por Extratos.....                        | 19 |
| Figura 6 : Visão a partir do PNCD .....  | 20 |
| Figura 7 : Controle da dengue, eixo da gestão na cidade de Maringá.....            | 23 |
| Figura 8 : Fluxograma para estratificação de risco de dengue .....                 | 25 |
| Figura 9 : Mapa do Processo de Controle Vetorial .....                             | 26 |
| Figura 10 : Dificuldades relatadas pelos ASAs .....                                | 30 |
| Figura 11 : Vista frontal do terreno .....   | 31 |
| Figura 12 : Piscina abandonada .....   | 31 |
| Figura 13 : Acesso a laje de prédio.....   | 32 |
| Figura 14 : Risco de queda .....   | 32 |
| Figura 15 : Telhado destruído em imóvel no centro de Maringá .....                 | 33 |
| Figura 16 : Lixo descartado pela população .....                                   | 33 |
| Figura 17 : Grandes propriedades privadas .....                                    | 34 |
| Figura 18 : Caixa d'água sem acesso .....  | 35 |
| Figura 19 : Caixa d'água abandonada .....  | 35 |
| Figura 20 : Recipientes inspecionados por tipo .....                               | 35 |
| Figura 21 : Número de recipientes com espécimes por tipo. ....                     | 36 |
| Figura 22 : Recipientes com espécimes em relação aos recipientes vistoriados ..... | 37 |
| Figura 23 : Número de imóveis trabalhos, fechados e recuperados .....              | 38 |
| Figura 24 : Orçado 2015 da SSM .....   | 39 |
| Figura 25 : Distribuição do orçamento destinado a SSM.....                         | 40 |
| Figura 26 : Orçamento do PMCD 2015 rateado por tipo .....                          | 40 |
| Figura 27 : Portal Geomaringá - Ferramenta para medir de área .....                | 46 |
| Figura 28 : Especificação da câmera do modelo DJI Phantom 3 Advanced.....          | 48 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 : Classificação dos RPA de acordo com seu Peso Máximo de Decolagem (PMD) .... | 9  |
| Tabela 2 : Modelos de VANT e suas especificações.....                                  | 42 |
| Tabela 3 : Distribuição dos dias por tipo no ano de 2015 .....                         | 47 |
| Tabela 4 : Relação Altura x Área de foco .....   | 48 |
| Tabela 5 : Valores de $f(X)$ .....   | 50 |
| Tabela 6 : Área vistoriada por ano em relação a voos diários e altura .....            | 50 |
| Tabela 7 : Comparação entre VANT e ASA com 1 voos diários.....                         | 51 |
| Tabela 8 : Comparação entre VANT e ASA com 2 voos diários.....                         | 51 |
| Tabela 9 : Custo de terceirização de VANT.....   | 52 |
| Tabela 10 : <i>Payback</i> menor custo por quilômetro quadrado a um voo diário.....    | 54 |
| Tabela 11 : <i>Payback</i> maior custo por quilômetro quadrado a um voo diário.....    | 54 |
| Tabela 12 : <i>Payback</i> menor custo por quilômetro quadrado a dois voo diário ..... | 55 |
| Tabela 13 : <i>Payback</i> maior custo por quilômetro quadrado a dois voo diário ..... | 55 |

**LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 : Resumo das exigências por classe de RPA..... | 10 |
|---|----|

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ASA – Agente de Saúde Ambiental

CCZ – Centro de Controle de Zoonoses

DVS – Diretoria de Vigilância em Saúde

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FullHD – *Full High Definition*

HD – *High Definition*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IIP – Índice de Infestação Predial

LIRAA – Levantamento de índice Rápido para *Aedes aegypti*

MS – Ministério da Saúde

OMS – Organização Mundial de Saúde

PMCD – Programa Municipal de Controle da Dengue

PMD – Peso Máximo de Decolagem

PNCD – Programa Nacional de Controle da Dengue

RAB – Registro Aeronáutico Brasileiro

RBAC-E – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial

RPA – Aeronaves Remotamente Pilotadas

SISPNCD – Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue

SSM – Secretaria de Saúde de Maringá

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

SUS – Sistema Único de Saúde

UBS – Unidade Básica de Saúde

UHD – *Ultra High Definition*

VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado

# 1 INTRODUÇÃO

A dengue é um problema recorrente que afeta todo o planeta, e é considerado um dos maiores problemas da saúde pública mundial. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 390 milhões de pessoas contraem a doença por todo o mundo a cada ano. Destas 96 milhões desenvolverão casos severos da doença, com estimativa de 500 mil hospitalizações e aproximadamente 12.500 mortes. Além disso, a OMS estima que cerca de 4 bilhões de pessoas distribuídas em 128 países, vivem constantemente com o risco de contraírem a doença.

De acordo com o Ministério da Saúde (MS), nas Américas, a incidência de dengue cresceu consideravelmente nas últimas décadas, onde mais de 30 países tem informando casos da doença. Isto, independente do número de programas de combate e/ou controle implementados. No Brasil, a primeira epidemia foi registrada em 1981 e 1982, e desde então vem ocorrendo de forma contínua, intercalando períodos epidêmicos com picos da doença cada vez maiores, o MS estima que estes períodos se repetem a cada 3-5 anos, e quase de maneira regular.

Neste cenário epidemiológico, é essencial que ações de controle do vetor sejam intensificadas, através de investimento na melhora dos métodos de controle realizados atualmente, mas principalmente com o incentivo ao desenvolvimento de novos métodos, permitindo assim, um enfrentamento mais eficiente do problema e uma conseqüente redução do impacto da dengue no Brasil.

Com base nisso, este trabalho tem como proposição analisar se a utilização de equipamentos tecnológicos emergentes, mais especificamente o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), popularmente conhecido como drone, é viável economicamente para auxiliar no combate e controle de situações emergenciais, pois este mostra um grande potencial dinâmico e de adaptabilidade.

O VANT, segundo Cayres (2013) “são aviões controlados remotamente ou de forma autônoma, que foram idealizados para operar em situações de risco ou de difícil acesso para o ser humano”, podendo ser equipados com sensores de posição via satélite, rádio transmissor, câmera infravermelha e câmera de vídeo (HANGAR360, 2010).

Portanto, aliando as características da logística urbana, a dinâmica e adaptabilidade dos VANTs, este trabalho busca avaliar no âmbito econômico e social se é benéfico o uso dessa tecnologia inovadora para o processo de controle dos vetores da dengue, e deste modo ser um elemento que se somará as técnicas atualmente empregadas, tornando as mais ágeis e eficientes.

## 1.1 Justificativa

No município de Maringá-PR, segundo a Secretaria de Saúde de Maringá (SSM) (2013, 2014), o Índice de Infestação Predial (IIP) em 2013 chegou a 2,0% e teve 2737 casos confirmados de criadouros dos mosquitos *Aedes*, configurando uma situação de médio risco de epidemia. Em 2014 o IIP chegou a 2,4% com 3596 casos confirmados, configurando alto risco epidemiológico.

Atualmente, as ações desenvolvidas pela SSM consistem em: atividades de rotina de campo, aplicação de FUMACE, atendimento à população em locais de probabilidades de criadores do vetor da dengue, palestras educativas, campanhas nas unidades básicas de saúde, arrastão da dengue, manutenção e limpeza pública, transparência ambiental e epidemiológica.

Um dos fatores mais importantes para o sucesso das ações consiste na conscientização da população, porém, existem vários fatores culturais que dificultam a participação efetiva de todos os moradores. Não diferente em grau de importância, o controle realizado pelos agentes da SSM esbarra diariamente em diversas adversidades como falta de equipamentos de segurança e de auxílio em áreas de difícil acesso, ausência de moradores nas residências devido ao horário comercial entre outros. Deste modo, o VANT pode contribuir com as ações atualmente desenvolvidas, principalmente na proposição de inovação nos processos de prevenção e avaliação e assim, minimizar o sofrimento da população.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

Este estudo foi realizado ao longo de 12 meses, onde foi coletado dados acerca do nível de infestação do vetor *Aedes*, tempo de realização dos Levantamentos de Índice Rápido para *Aedes aegypti* (LIRAA), levantamento das dificuldades enfrentadas diariamente pelos agentes de campo e porcentagem das casas não vistoriadas no município de Maringá. Assim, foi possível trazer ao conhecimento através de uma análise de viabilidade, quais os custos e os benefícios que a utilização de VANT exerceria sobre o atual sistema de controle da dengue.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Avaliar a viabilidade da utilização de VANT na logística de controle da dengue no município de Maringá-PR, propondo de forma embasada a utilização desta nova ferramenta no auxílio ao controle de criadouros dos mosquitos *Aedes*.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a logística de controle da dengue utilizada no município de Maringá-PR.
- Identificar as restrições operacionais relevantes frente aos aspectos legais na utilização de VANT no espaço aéreo de Maringá-PR.
- Modelar o processo operacional de controle da dengue.
- Identificar locais de difícil acesso aos agentes bem como os locais que oferecem risco a saúde destes.
- Realizar uma análise econômica quanto a utilização deste equipamento frente a disponibilidade do mercado brasileiro.

### 1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em seis capítulos, sendo eles: introdução, revisão bibliográfica, metodologia, desenvolvimento, conclusão e referências.

No primeiro capítulo, é feita uma contextualização inicial acerca do problema de saúde pública mundial que é a dengue, a realidade brasileira da doença, bem como uma breve descrição do termo VANT e suas características. É apresentado também, os objetivos deste trabalho e as justificativas que levaram a motivação necessária para a elaboração desta pesquisa.

No segundo capítulo, é apresentada informações embasadas nas literaturas disponíveis no período de realização deste trabalho, obtidas através de uma revisão da bibliografia que abordam os temas principais deste trabalho, logística urbana, dengue, VANT e análise de viabilidade. Estas informações servirão de base para a elaboração dos próximos capítulos, e servirão de subsídios para garantir o entendimento do leitor.

No terceiro capítulo, é apresentado a maneira que foi estruturada a metodologia de pesquisa e as etapas de trabalho.

No quarto capítulo, o desenvolvimento deste trabalho é apresentado detalhadamente através da caracterização da área de estudo, do processo de controle da dengue em Maringá e por fim, uma análise de viabilidade, que visou atingir os objetivos propostos no primeiro capítulo.

No quinto capítulo é onde será apresentada as conclusões deste trabalho, avaliado se os objetivos propostos foram atingidos, bem como retratando algumas dificuldades e limitações e propostas de trabalhos futuros.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nesta seção, será abordado os temas que foram fundamentais na obtenção dos objetivos, e um estudo do que foi escrito até o presente momento nas áreas da logística urbana, dengue, VANT e análise de viabilidade:

### **2.1 Logística Urbana**

A logística urbana vem para adequar as definições e objetivos da logística à realidade das cidades. O objetivo da logística é simples, “é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados” (BOWERSOX e CLOSS, 2010, p.19).

Porém, quando dentro de um perímetro urbano, alguns fatores vem a tornar o objetivo da logística mais difícil de se atingir. Dentro das cidades, as dificuldades enfrentadas pela logística urbana variam desde a locomoção de automóveis, pessoas a serviços aéreos.

O papel da logística no ambiente urbano, portanto, visa buscar soluções para problemas de serviços urbanos, que incluem emergência médica, polícia, coleta e entrega de correspondências, bombeiros, manutenção de ruas e estradas, limpeza das ruas, coleta de lixo, transporte público, taxis entre outros, visto a crescente demanda dos cidadãos por mais qualidade e quantidade destes serviços (LARSON e ODoni, 1999).

Portanto, o tema abordado neste trabalho pode ser caracterizado como um problema da logística urbana no que se refere a locomoção de pessoas e serviços aéreos. Além disso, de maneira similar aos serviços de atendimento médico e bombeiros, o combate ao vetor transmissor da dengue tem um caráter emergencial.

### **2.2 Dengue**

Para facilitar o entendimento, este tópico é dividido em quatro subtópicos, onde é realizado uma contextualização sobre a doença, sua definição e uma breve apresentação dos cenários mundial, brasileiro, paranaense e maringaense.

#### **2.2.1 Contextualização**

A dengue é considerada como a doença viral prevalente de maior velocidade de transmissão por mosquitos conhecida entre os seres humanos (GUZMAN e HARRIS 2014).

A dengue, segundo Guzman e Harris (2014) é uma doença viral causada por quatro sorotipos (DENV 1-4) e transmitida através da picada dos mosquitos *Aedes*.

A dengue evoluiu de uma doença esporádica para um importante problema de saúde pública com um efeito social e econômico substancial por causa do aumento da extensão geográfica, número de casos e severidade da doença (adaptado de GUZMAN e HARRIS, 2014, p.453).

O Ministério da Saúde (2015) define a dengue como uma

Doença febril aguda, que pode apresentar um amplo espectro clínico: enquanto a maioria dos pacientes se recupera após evolução clínica leve e autolimitada, uma pequena parte progride para doença grave. É a mais importante arbovirose que afeta o ser humano, constituindo-se em sério problema de saúde pública no mundo. Ocorre e dissemina-se especialmente nos países tropicais e subtropicais, onde as condições do meio ambiente favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (PORTAL DA SAÚDE, 2015).

Devido ao aumento na expansão geográfica, o problema com a dengue tomou proporções mundiais rapidamente, caracterizando, assim, um complicado cenário mundial.

### **2.2.2 Cenário mundial da dengue**

O cenário mundial da dengue é complicado, a propagação global das duas espécies de vetor, o *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, se dá majoritariamente nas regiões de media latitude, cuja composição climática é em sua maioria de zonas tropicais e subtropicais, onde os vetores se dispersam com grande eficiência (CAMPBELL et al., 2015; SIMMONS et al., 2012).

O resultado da facilidade de dispersão dos vetores reflete no número de casos de dengue por todo o mundo. Em 2012 estimou-se que cerca de 50 milhões de pessoas seriam infectadas pelo vírus da dengue anualmente em aproximadamente 100 países (SIMMONS et al., 2012). Porém as estimativas feitas em 2013 mostraram um cenário completamente diferente, 390 milhões de pessoas teriam sido infectadas com o vírus da dengue, a uma taxa de 96 milhões de pessoas infectadas anualmente, três vezes maior do que as estimativas de 2012. Entretanto a verdadeira carga da doença não é realmente conhecida, especialmente na Índia, Indonésia, Brasil, China e África (adaptado de GUZMAN e HARRIS 2014).

No Brasil, a dengue é considerada um dos três maiores desafios de saúde pública, devido ao clima que favorece a proliferação do vetor transmissor da doença, que aliado a um crescimento demográfico desordenado das cidades, péssimo saneamento básico entre outros, tornaram esta doença um problema social crônico.

### **2.2.3 Cenário brasileiro da dengue**

No Brasil, a transmissão vem ocorrendo de forma continuada desde 1986, intercalando-se com a ocorrência de epidemias, geralmente associadas com a introdução de novos sorotipos em áreas anteriormente indenes ou alteração do sorotipo predominante. O maior surto no Brasil ocorreu em 2013, com aproximadamente 2 milhões de casos notificados. Atualmente, circulam no país os quatro sorotipos da doença (PORTAL DA SAÚDE, 2015).

No período entre 2002 a 2011, a dengue no Brasil, se consolidou como um dos maiores desafios de saúde pública, onde, a epidemiologia da doença apresentou alterações significativas, destacando-se um maior número de casos e hospitalizações, epidemias de grande magnitude e o agravamento do processo de interiorização da transmissão, com registro de casos em municípios de variados portes populacionais e com a ocorrência de casos graves dentre pessoas em idades extremas, isto é, crianças e idosos (PORTAL DA SAÚDE, 2015).

Segundo o Ministério da Saúde (2015), o processo de interiorização da transmissão, observado desde a segunda metade da década de 1990, manteve-se no período de 2002 a 2011. Onde, aproximadamente 90% das epidemias ocorreram em municípios com até 500.000 mil habitantes sendo que, quase 50% delas em municípios com população menor que 100.000 habitantes.

O Brasil em 2014 registrou 589.107 casos de dengue segundo o Ministério da Saúde (2015), com destaque para o estado de São Paulo, que em 2014 contabilizou 226.866 casos de dengue, representando 38,51% de todo o território nacional.

Na região sul, destaca-se o Paraná, como o estado com maiores números relacionados a dengue, chegando em 2014 a representar quase a totalidade de casos registrados na região.

### **2.2.4 Cenário da dengue no Paraná e em Maringá**

Na região sul, o estado do Paraná, onde se encontra a cidade de Maringá na qual se dá este estudo, foi em 2014 o estado com maior incidência de casos de dengue. Conforme os dados do MS, neste mesmo ano, o estado registrou 22.988 casos de dengue, representando 98,75% dos casos de toda a região sul, destes 19 foram óbitos, o que representa 100% dos óbitos na região sul do país (PORTAL DA SAÚDE, 2015).

Em Maringá, no ano de 2014 foram registrados 7494 possíveis casos de dengue, destes 47,98%, isto é, 3596 foram confirmados positivos para dengue (SECRETARIA DE SAÚDE DE MARINGÁ, 2014).

Portanto, a dengue se caracteriza como uma endemia, por ser uma doença que se manifesta continuamente no município. Assim, é necessário o controle do vetor transmissor da doença de

forma também contínua. Assim, para auxiliar no controle da doença, a necessidade por melhorias nos métodos utilizados é importante, neste sentido a utilização de VANTs como uma ferramenta de auxílio aos agentes pode ser uma alternativa inovadora.

## 2.3 Veículo Aéreo Não Tripulado

### 2.3.1 Contextualização

O VANT, tem sua origem na área militar, onde se destaca por evitar a exposição de pilotos a riscos de morte. Além de possuírem altíssima precisão, estes auxiliam a vigia de fronteiras e na movimentação de tropas através da transmissão de posição (SUZUKI, 2009).

Segundo o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, *Department of Defense – DoD*, VANT é

Um veículo aéreo motorizado que não transporta um operador humano, utiliza forças aerodinâmicas para fornecer sustentação aérea, podendo voar autonomamente ou ser pilotado remotamente, pode ser dispensável ou recuperável, e pode transportar uma carga útil letal ou não letal (*DEPARTMENT OF DEFENSE*, 2005, p.1)

Apesar de sua massiva utilização pelos militares, o VANT mostrou-se de grande utilidade no campo civil, destacando-se no monitoramento e controle de desmatamentos e queimadas, no reconhecimento de áreas afetadas por desastres naturais como enchentes e terremotos, na busca e localização de falhas em linhas de transmissão e gasodutos, e no setor agrícola no controle de pragas e pulverização de agrotóxicos (PEREIRA, 2001).

Segundo Pereira (2001) os VANTs transportam diversos tipos de equipamentos, que podem variar de acordo com o que serão utilizados, ou em termos militares missões. Estes equipamentos podem variar de câmaras fotográficas e de vídeo e retransmissores de comunicações a equipamentos de guerra eletrônica, laser para designação de alvos, radares e armamentos, até pulverizadores de agrotóxicos e sensores infravermelhos (PEREIRA, 2001).

Esta característica de transporte de cargas e/ou equipamentos nos VANTs mostra-se de grande utilidade para os propósitos de diversas áreas tanto militar, quando civis, como por exemplo em pesquisa desenvolvida na *Delft University of Technology* em 2014, na Holanda, que tem como objetivo acelerar os primeiros atendimentos prestados a pessoas com parada cardíaca, um VANT desenvolvido equipado com um desfibrilador visando atender chamados de emergência, para casos de parada cardíaca, de maneira mais veloz, conforme ilustrado na Figura 1 (*WEBREDACTIE COMMUNICATION*, 2014).



**Figura 1 : VANT ambulância desenvolvido na Delf University**  
Fonte: *Webredactie Communication*, 2014

Outro caso, e que aconteceu recentemente em 2015 foi a utilização de VANTs na procura por sobreviventes no desastre em Mariana – MG (RIBEIRO, 2015), onde o rompimento de duas barragens pertencentes a mineradora Samarco, liberaram mais de 62 milhões de metros cúbicos de lama composta de rejeitos de mineração e água. Esta lama invadiu e destruiu o distrito de Bento Rodrigues, deixando para trás mortos, e desabrigados (MENDONÇA, 2015). Para auxiliar na busca por sobreviventes, um VANT foi utilizado no auxílio aos bombeiros que trabalhavam na busca pelos desaparecidos (RIBEIRO, 2015). Este caso é um bom exemplo da gama de possibilidades de utilização do VANT como uma ferramenta de busca e localização. Dentre as inúmeras possibilidades de utilização do VANT, a utilização como ferramenta de auxílio no controle da dengue, é a de principal interesse deste trabalho. Esta forma de utilização do VANT, vem sendo explorada por algumas prefeituras de municípios como Santos e Limeira no estado de São Paulo e Chapecó no estado de Santa Catarina (COISSI, 2015)

### **2.3.2 Utilização do VANT no combate à dengue**

Devido a sua capacidade de mapear pontos de difícil acesso, a utilização de VANTs como ferramenta de auxílio no controle da dengue se tornou uma realidade em pelo menos três cidades brasileiras. “O objetivo é localizar áreas de risco de proliferação do mosquito transmissor da doença” (COISSI, 2015).

Segundo Coissi (2015), uma câmera acoplada ao VANT mapeia pontos de difícil acesso para os agentes a cada voo, como caixas d’água de prédios altos, mata fechada ou imóveis abandonados, em busca de criadouros e de água parada. O autor, também afirma que, em poucos segundos de voo, o equipamento mostrou na tela do operador, cenas de criadouros em potencial, que poderiam demorar meses para ser detectados.

Apesar da capacidade para auxiliar na busca por criadouros, a utilização de VANTs deve obedecer a regras de voo como qualquer outra aeronave que sobrevoe o espaço aéreo brasileiro. Em setembro de 2015, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) enviou para audiência pública uma proposta para regulamentação da utilização de VANTs no espaço aéreo civil brasileiro, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial número 94 (RBAC-E nº94).

### **2.3.3 Requisitos Gerais para Veículos Aéreos Não Tripulados e Aeromodelos (RBAC-E nº 94).**

Neste tópico é apresentado um resumo das proposições feitas pela ANAC no RBAC-E nº94. Um RBAC-E, tem como finalidade, “regular matéria exclusivamente técnica que possa afetar a segurança da aviação civil, com vigência limitada no tempo e restrita a um número razoável de requisitos e pessoas” (ANAC, 2015, p.3).

#### **2.3.3.1 Disposições Gerais**

Quanto a aplicabilidade dos regulamentos contidos no RBAC-E, estes se aplicam a todos o VANTs e aeromodelos capazes de voar.

Este Regulamento Especial se aplica a Veículos Aéreos Não Tripulados – VANT e aeromodelos capazes de sustentar-se e circular no espaço aéreo mediante reações aerodinâmicas (ANAC, 2015, p.4)

Em sua regulamentação a ANAC adota um conceito visando viabilizar e facilitar que VANTs operem no país, buscando preservar a segurança das pessoas. Na regulamentação, destacam-se as divisões das regras de voo, registro e matrícula, projetos de aeronaves, aeronavegabilidade e contravenções (PRATES, 2015).

#### **2.3.3.2 Classificação**

Outro ponto importante é a definição e diferenciação entre Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) e Aeromodelos, bem como a classificação dos RPA considerando o seu Peso Máximo de Decolagem (PMD) (PRATES, 2015). A Tabela 1 ilustra a classificação dos RPAs em classes de acordo com seu peso.

**Tabela 1 : Classificação dos RPA de acordo com seu Peso Máximo de Decolagem (PMD)**

| Classe | Peso do RPA (PMD)                         |
|--------|---|
| 1      | Maior que 150kg                           |
| 2      | Igual ou menor que 150kg e maior que 25kg |
| 3      | Igual ou menor que 25kg                   |

Fonte: adaptado de PRATES, 2015

Para RPAs classe 1 a regulamentação prevê que estes equipamentos sejam submetidos a certificação similar as aeronaves tripuladas, com alguns ajustes nos requisitos de certificação e terão registro no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB).

Para RPAs de classe 2, certos requisitos técnicos serão exigidos, e será necessário a aprovação do projeto da aeronave apenas uma única vez. Estes também terão registro no RAB.

Para RPAs de classe 3, regras simplificadas serão aplicadas, onde é necessário a apresentação de manual de voo, manual de manutenção e relatório de análise de segurança. Equipamentos operados 120 m acima do nível do solo, e com contato visual serão cadastrados.

Nas classes 1 e 2 os pilotos deverão ser maiores de 18 anos, serão requeridos certificado médico aeronáutico, licença e habilitação. Além disso todos os voos deverão ser registrados.

Já para a classe 3, não será requerido certificado médico aeronáutico e nem o registro dos voos, mas serão requeridas licença e habilitação para quem pretender operar acima de 120 m.

O Quadro 1 organiza em forma de perguntas as principais características da lei regulamentadora de acordo com as classificações dos VANTs.

|  | RPA<br>Classe 1 | RPA<br>Classe 2 | RPA<br>Classe 3                 | Aeromodelo                          |
|--|-----------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Será requerido cadastro?                 | Não             | Não             | Sim                             | Não                                 |
| Será requerido registro?                 | Sim             | Sim             | Não                             | Não                                 |
| Será requerido aprovação de projeto?     | Não             | Sim             | Simplificado                    | Não                                 |
| Será requerido processo de certificação? | Sim             | Não             | Não                             | Não                                 |
| Será requerida idade mínima de 18 anos?  | Sim             | Sim             | Sim                             | Não                                 |
| Será requerido Certificado Médico?       | Sim             | Sim             | Não                             | Não                                 |
| Serão requeridas licença e habilitação?  | Sim             | Sim             | Apenas acima de 400 pés (120 m) | Não, mas limitado a 400 pés (120 m) |
| Será requerido registro dos voos?        | Sim             | Sim             | Não                             | Não                                 |

**Quadro 1 : Resumo das exigências por classe de RPA**

Fonte: ANAC, 2015

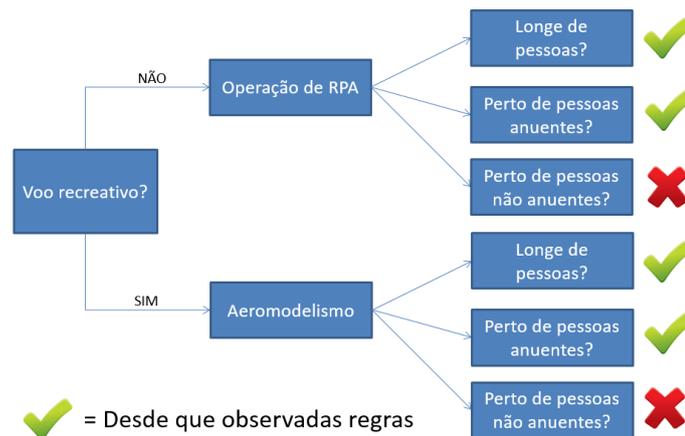
Além destas, a ANAC estabelece regras de voo para que a utilização de RPAs ocorra de maneira segura e controlada.

### 2.3.3.3 Regras de Voo

Quanto as regras de voo, a ANAC divide os voos em dois tipos, voos recreativos ou não. Esta serve para definir se o voo é uma operação de RPA ou Aeromodelismo. Em ambos os casos é estabelecido que RPAs e Aeromodelos, não podem voar de forma autônoma, isto é, sem que o piloto remoto possa interferir no voo, transportar pessoas, animais e artigos perigosos.

Estes, somente podem voar em até 120 metros de altura e distantes no mínimo 30 metros horizontais de terceiros que não estão envolvidos com a operação, exceto os que se destinam a operações de segurança pública e/ou defesa civil.

Se existir barreira mecânica suficientemente forte para isolar e proteger as pessoas, na eventualidade de um acidente, não existe a necessidade de se obedecer a distância mínima de 30 metros. A Figura 2 ilustra em forma de fluxograma as regras para voo de RPA e aeromodelos.



**Figura 2 : Fluxograma das Regras de Voo**  
**Fonte: ANAC, 2015**

Portanto, a ANAC busca regulamentar a utilização de VANTs no Brasil, e através desta tornar a utilização de VANTs mais segura para seu uso civil. Mesmo com restrições de uso perto de pessoas não anuentes, a utilização de VANTs como ferramenta de auxílio no controle da dengue, pode ser encaixado em casos de epidemia, como um problema da defesa civil e segurança pública, subsidiando seu uso dentro da lei.

## 2.4 Análise de Viabilidade

Uma análise de viabilidade tem por objetivo averiguar por meio de métodos de comparações se um investimento terá um retorno econômico compatível com as expectativas do investidor, e em quanto tempo o capital investido se pagará. Um dos métodos que utilizados para determinação da viabilidade de um investimento é o *Payback*.

### 2.4.1 *Payback*

A lógica do *payback* é, a representação do tempo de recuperação do capital investido inicialmente. Ele é obtido através do cálculo do número de dias, meses ou anos que serão

necessários para que o montante futuro acumulado de capital se iguale ao montante que foi investido inicialmente (BRUNI, 2003).

A partir desta lógica, o método *payback*, pode ter duas abordagens: o *payback* simples e o *payback* descontado.

#### 2.4.1.1 *Payback* simples

Nesta abordagem, a análise do prazo de recuperação desconsidera toda e qualquer remuneração sobre o capital investido, isto é, o valor do dinheiro no tempo não é considerado.

Baseado nesta lógica, a Equação 1, representa uma maneira simples de cálculo do *payback*.

$$Payback = \frac{I}{TR} \quad (1)$$

Onde, I é o investimento no período e TR a taxa de retorno.

Já na abordagem descontado, o valor do dinheiro será considerada no tempo.

#### 2.4.1.2 *Payback* descontado

Na abordagem descontado, todos os valores futuros devem ser deslocados para o momento presente,  $n = 0$ . Para isso, dividi-se o valor futuro pelo fator de acumulação de capital.

Portanto, tem-se o valor presente resultante do deslocamento dos valores futuros para o momento  $n = 0$  por meio da Equação (2).

$$Payback = \frac{Fn}{(1 + i)^n} \quad (2)$$

Por fim, Bruni (2003) afirma que,

A principal diferença entre os dois é que o *payback* descontado considera o valor temporal do dinheiro, ou seja, atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro, trazendo os fluxos a valor presente, para depois calcular o período de recuperação (BRUNI, 2003, p. 51).

Independente da abordagem escolhida, “quanto maior o *Payback*, maior o risco envolvido, pois o futuro é incerto. Dessa forma, por esse critério, a regra básica é: quanto menor melhor” (SATO, 2010, p.14). Através desta lógica, este trabalho utiliza o método *payback*, comparando o valor investido anualmente pelo Programa Municipal de Controle da Dengue (PMCD) em seus agentes, com o investimento necessário na aquisição de um VANT, desta forma estabelecendo o tempo de retorno do investimento inicial, que se dará através da economia com futuras despesas em contratação e manutenção de pessoal para suprir necessidades do programa.

## 2.5 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo, foi apresentado a maneira com que o conceito de utilização do VANTs como ferramenta de auxílio no controle da dengue se insere como um caso de logística urbana, e seu caráter emergencial.

Também, foi contextualizado, o cenário mundial, brasileiro e paranaense da dengue, através da apresentação de dados atualizados dos anos de 2014 e 2015, ficando evidente como esta doença afeta milhões de pessoas por todo mundo. Além disso, foi possível perceber como o estado do Paraná, especialmente o município de Maringá sofrem com a doença, cuja classificação em ambos é endêmica.

Outra informação importante é a definição dos VANTs, que neste capítulo foi apresentada juntamente com a regulamentação da ANAC para este tipo de aeronave. Através dos estudos realizados para elaboração deste capítulo e as informações apresentadas no tópico 2.3, foi possível enxergar as inúmeras possibilidades de utilização desta aeronave, bem como evidenciar que é possível utilizar o VANT, no auxílio aos agentes no controle da dengue, como as cidades de Santos, Limeira e Chapecó exemplificaram.

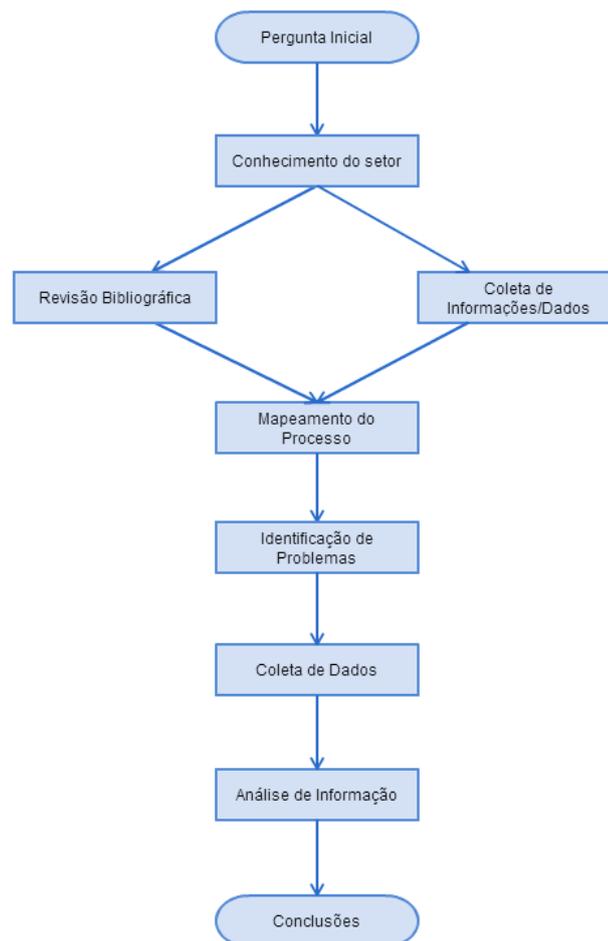
Por fim, é definida a lógica do método *payback*, e apresentada suas duas abordagens, simples e descontada. Portanto, é através desta lógica, que este trabalho se apoiou para atingir os objetivos estabelecidos.

### 3 METODOLOGIA

Esta trabalho é de cunho exploratório e um estudo experimental, isto é, que tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2007).

O estudo experimental segue um planejamento rigoroso. As etapas de pesquisa iniciam pela formulação exata do problema e das hipóteses, que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado (TRIVIÑOS, 1987).

A Figura 3, exemplificará as etapas principais desta pesquisa.



**Figura 3 : Fluxograma do método**  
**Fonte : O autor**

- Pergunta Inicial: etapa onde é definido a pergunta inicial, isto é, é viável a utilização de VANT como ferramenta de auxílio nas etapas de controle do vetor da dengue no município de Maringá – PR? que norteará esta pesquisa.

Além da pergunta inicial, durante o processo de desenvolvimento, este trabalho visa responder os seguintes questionamentos, a fim de auxiliar a conclusão do objetivo:

- ✓ A utilização do VANT trará algum benefício no auxílio ao controle da dengue?
- ✓ Onde a utilização do VANT trará benefício?
  - ✓ No acesso a áreas onde os agentes não podem chegar?
  - ✓ Na redução do custo do controle ao vetor?
  - ✓ Na redução da taxa IIP?
- ✓ É viável a aquisição do VANT como uma ferramenta de auxílio ao controle da dengue no município?
- Conhecimento do setor : dividido em duas etapas simultâneas, i) Revisão bibliográfica, e ii) Coleta de informações/dados
  - ✓ i) Revisão bibliográfica: sub etapa onde será realizado o levantamento de publicações e matérias referentes ao tema em questão pesquisado.
  - ✓ ii) Coleta de informações/dados: sub etapa onde é feito um levantamento de informações e dados através de entrevistas com os funcionários PMCD na SSM e pesquisas em seus bancos de dados.
- Mapeamento do processo: etapa onde será feito um mapeamento de todo o processo atual de controle da dengue no município de Maringá, através de entrevista com o responsável pelo setor na SSM.
- Identificação de problemas: etapa onde será levantado a problemática do processo.
- Coleta de dados: etapa onde se irá a campo acompanhar o dia a dia do processo de controle da dengue no município de Maringá e coletar dados pertinentes ao estudo que se dará.
- Análise das informações: etapa em que se irá analisar os dados coletados nos acompanhamentos feitos em campo.
- Conclusões: etapa em que se irá concluir, respondendo as questões levantadas inicialmente.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

Visando responder a hipótese deste trabalho, que é avaliar a viabilidade da utilização de VANT como ferramenta de auxílio nas etapas de controle do vetor da dengue no município de Maringá – PR, foi realizado um levantamento de dados junto ao PMCD na SSM.

Para um melhor entendimento dos estudos desenvolvidos, estes foram organizados em quatro etapas, sendo:

- Etapa 1: Caracterização da área de estudo, onde é mostrado como é o funcionamento do PMCD e de que maneira o município foi dividido administrativamente.
- Etapa 2: Elaboração dos mapas do processo de controle da dengue no município de Maringá;
- Etapa 3: Apresentação das experiências adquiridas em campo junto aos agentes da SSM, os Agentes de Saúde Ambiental (ASAs), de forma a esclarecer as principais dificuldades enfrentadas diariamente por estes;
- Etapa 4: Apresentação de uma análise de viabilidade da utilização do VANT como uma ferramenta de auxílio no controle da dengue.

### **4.1 Caracterização da Área de Estudo**

A caracterização da área de estudo é essencial para dar subsídios para o entendimento das próximas etapas deste trabalho, pois fornece as informações necessárias para que o leitor compreenda onde que se passou este trabalho.

#### **4.1.1 Maringá – PR**

A cidade de Maringá está localizada no noroeste do Estado do Paraná, e conta com uma área territorial de 487.730 Km<sup>2</sup>. Até 10/11/2015 segundo a SSM o município conta com 397.437 habitantes, e 207.494 imóveis.

#### **4.1.2 Secretaria de Saúde de Maringá**

A SSM tem como responsabilidade a “programação, elaboração e execução da política de saúde do Município”, para tal a SSM se utiliza do Sistema Municipal da Saúde e, através do “desenvolvimento de ações de prevenção, promoção e recuperação da saúde da população, com a realização integrada de atividades assistenciais, compreendendo tanto o cuidado ambulatorial quanto o hospitalar” (PORTAL SAÚDE MARINGÁ, 2015).

“É de responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde planejar, desenvolver e executar as ações de vigilância epidemiológica, sanitária e nutricional, de orientação alimentar e de saúde do trabalhador, promovendo campanhas de esclarecimento objetivando a preservação da saúde da população do cidadão de Maringá” (PORTAL SAÚDE MARINGÁ, 2015).

Para executar as ações de vigilância epidemiológica, mais especificamente a dengue, a SSM conta com o PMCD, que integra a vigilância ambiental, porém exclusivo para o controle da dengue.

#### **4.1.3 Vigilância Ambiental**

A Vigilância Ambiental segundo a SSM, “busca a identificação de situações de risco ou perigos no ambiente que possam causar doenças, incapacidades e mortes, com o objetivo de se adotar ou recomendar medidas para a remoção ou redução da exposição a essas situações de risco” (PORTAL SAÚDE MARINGÁ, 2015).

Aliada ao Comitê Municipal de Combate à Dengue, a Secretaria de Saúde “realiza campanhas junto ao público nas Unidades de Saúde, empresas e instituições. A principal orientação é para o morador estar sempre atento a eliminar água parada e recipientes que possam acumular água da chuva” (PORTAL SAÚDE MARINGÁ, 2015).

Somando a todas essas ações de combate à Dengue, a Secretaria de Saúde, através da Vigilância Ambiental, elaborou a Resolução Estadual 0029/2011, na qual é estabelecida a Norma Técnica de Prevenção à Proliferação do *Aedes aegypti* (PORTAL SAÚDE MARINGÁ, 2015).

#### **4.1.4 Programa Municipal de Controle da Dengue**

O PMCD é um programa da vigilância ambiental responsável por gerir e executar todas as ações relacionadas ao controle da dengue no município de Maringá, e para tal o PMCD é constituído pelos seguintes profissionais:

- 1 Gerente da Vigilância Ambiental
- 1 Enfermeiro Técnico
- 1 Supervisor geral do trabalho de campo
- 6 Supervisores de regionais
- 28 Chefes de equipes
- 172 Agentes (Equipes de campo)
- 1 Equipes de Ponto Estratégico (5 agentes)

- 1 Equipe de Bomba Costal (2 agentes)
- 1 Técnica de laboratório
- 2 Auxiliares administrativos
- 1 Estagiária

#### 4.1.5 Divisão Administrativa

Para executar as atividades necessárias do processo de controle da dengue, que será apresentada posteriormente no tópico 4.2, o PMCD utiliza-se de uma divisão administrativa composta de 6 regionais, cada qual subdivididas em 20 extratos, e estes subdivididos em 79 localidades conforme as diretrizes fornecidas pelo MS.

A Figura 4, apresenta a divisão das 6 regionais fornecidas pela Prefeitura de Maringá (2015), e a Figura 5 as subdivisões destas regionais.

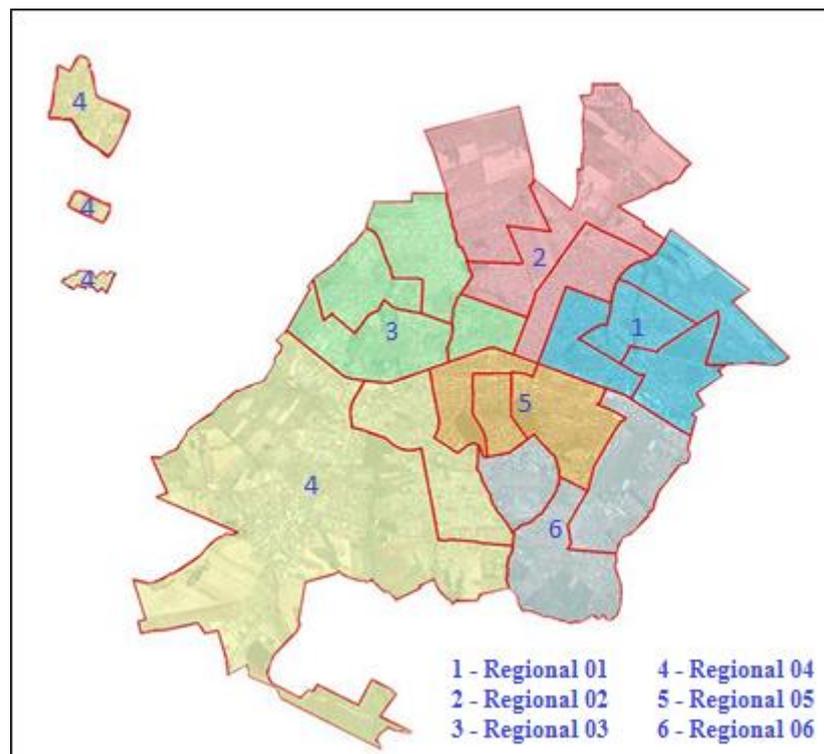
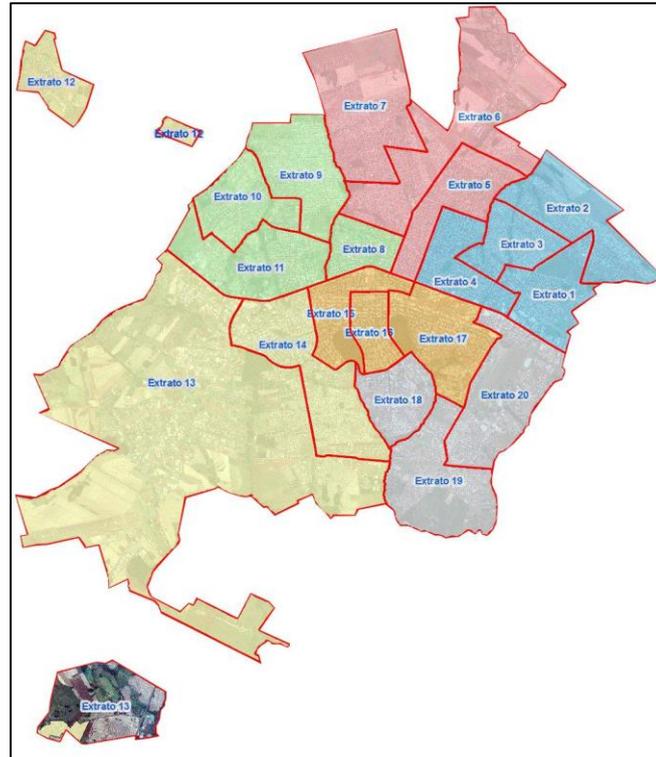


Figura 4 : Mapa da Divisão Administrativa por Regionais  
Fonte: Prefeitura de Maringá, 2015



**Figura 5 : Mapa da Divisão Administrativa por Extratos**  
**Fonte: Prefeitura de Maringá, 2015**

Estas subdivisões são importantes para a distribuição das tarefas a serem realizadas em cada região, bem como para a alocação de pessoal. Esta divisão é determinada pelas diretrizes do Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), onde a proporção de ASAs por quantidade de imóveis é de 1 ASA a cada 800 a 1000 imóveis (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Para o presente estudo, realizou-se visitas em algumas dessas regiões, as quais seguiram as delimitações descritas acima, porém sem nenhuma ordem específica a ser seguida. As regionais e extratos visitados foram selecionados de forma aleatória e de acordo com o itinerário de trabalho dos agentes. Essas visitas foram de extrema importância para a compreensão do processo de trabalho e das ações de controle realizadas, bem como para a realização do mapeamento do processo.

#### **4.2 O Processo de Controle da Dengue em Maringá**

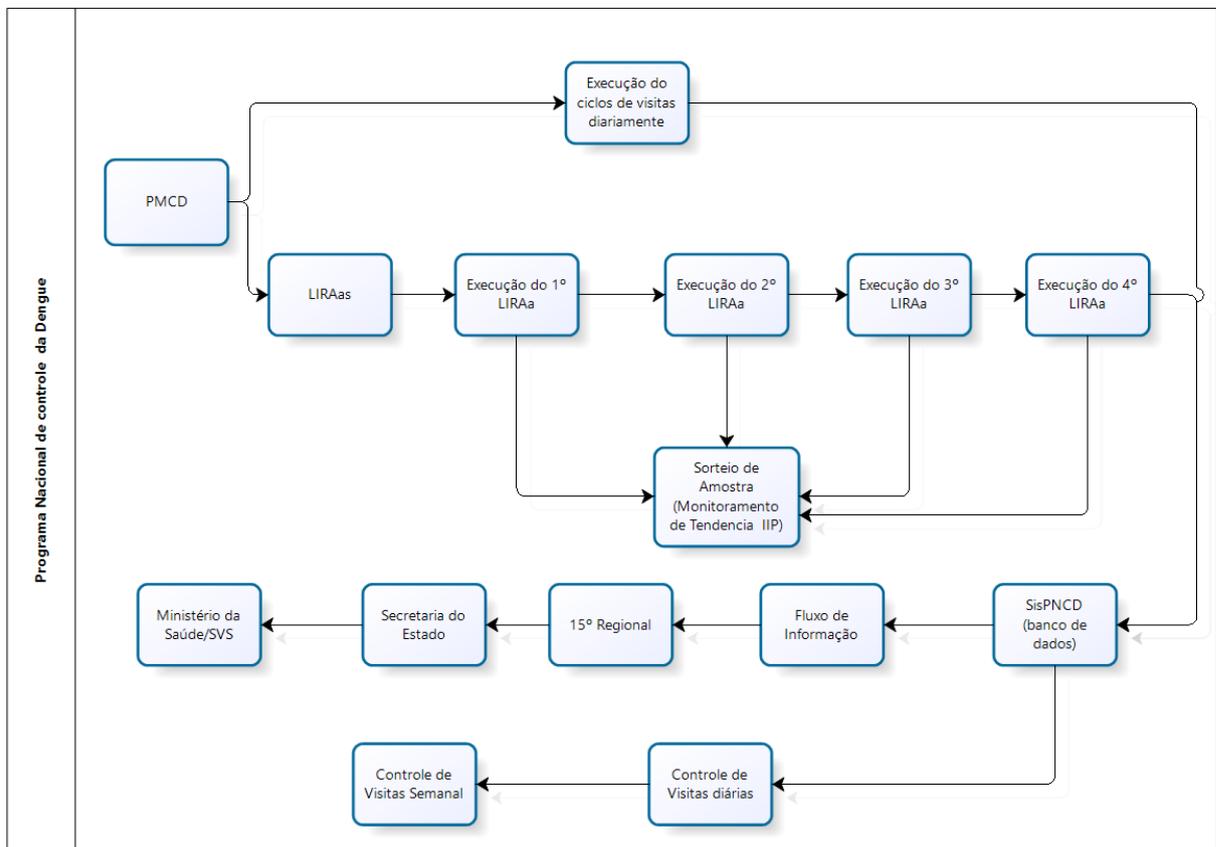
Para compreender como é o processo de controle da dengue na cidade de Maringá, viu-se a necessidade de desenvolver um mapeamento de processo, uma vez, que este não estava definido pelo PMCD.

Para executar tal mapeamento, foi necessário entender as ações realizadas pelas equipes de combate à dengue em campo. Esta etapa foi importante para compreender o que realmente ocorre no dia-a-dia dos agentes, bem como, para analisar os padrões definidos pelo PNCD.

#### 4.2.1 Programa Nacional de Controle da Dengue

O PNCD dispõe as diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue. Estas, possibilitarão aos gestores adequar seus planos estaduais, regionais, metropolitanos ou locais, ao conjunto das atividades realizadas, de forma que estas sejam intensificadas, permitindo um melhor enfrentamento do problema e a redução do impacto da dengue sobre a saúde da população brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

A Figura 6 demonstra o processo de trabalho executado conforme as diretrizes do PNCD.



**Figura 6 : Visão a partir do PNCD**

Fonte : O autor

Como o PNCD estabelece diretrizes base para o controle da dengue no território nacional, existe a necessidade de que cada município adapte as mesmas a sua realidade, portanto, elaborando seu próprio programa de controle da dengue de acordo com suas próprias características. Este é intitulado Programa Municipal de Controle da Dengue (PMCD).

#### 4.2.2 Programa Municipal de Controle da Dengue (PMCD)

Este plano é elaborado a partir das diretrizes estabelecidas no PNCD, contando com 4 ciclos trimestrais de visitas diárias, onde os ASAs executam visitas as residências durante o ano todo, e 4 LIRAAas, também trimestralmente, que são executados em períodos (semana de levantamento) determinadas de acordo com as diretrizes.

#### 4.2.3 Levantamento de Índice Rápido para *Aedes aegypti*

O LIRAA é um método para levantar os índices de infestação por *Aedes aegypti*. O MS recomendada que o LIRAA seja realizado em capitais e municípios de regiões metropolitanas, municípios com mais de 100 mil habitantes e municípios com grande fluxo de turistas e de fronteira.

As vantagens da execução do LIRAA são: “Identificar os criadouros predominantes e a situação de infestação do município, e permite o direcionamento das ações de controle para as áreas mais críticas” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

Para a execução do LIRAA, inicialmente é necessário que o município seja dividido em grupos de 9 mil a 12 mil imóveis de características semelhantes. Nestes grupos, chamados extratos, os ASAs devem vistoriar 450 imóveis (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). Ao término das pesquisas nos imóveis, é calculado o IIP.

O LIRAA difere do ciclo de visitas diário no que se refere ao tempo de execução, são executados em semanas selecionadas estrategicamente no ato de elaboração do PMCD embasadas nas determinações do MS, e na intensidade das ações do ASAs, que devem vistoriar um grupo de imóveis sorteados, enquanto no ciclo diário as pesquisas englobam 100% dos imóveis.

##### 4.2.3.1 Índice de Infestação Predial

De acordo com o MS, o cálculo do IIP tem por objetivo levantar o percentual de edificações positivas, isto é, com a presença de larvas de *Aedes aegypti*. Por mais que seja utilizado para mensurar o nível populacional do vetor, este índice, não considera o número dos recipientes positivos nem o potencial produtivo de cada recipiente. Porém é muito utilizado por fornecer o percentual de casas contendo casos positivos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013, p.19).

O cálculo do IIP é feito conforme a Equação 3.

$$IP = \frac{\text{Imóveis positivos}}{\text{Imóveis pesquisados}} \times 100 \quad (3)$$

#### **4.2.4 Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue (SISPNCDD)**

O SISPNCDD é um programa do MS que foi implementado em 2013 visando o acompanhamento dos trabalhos dos agentes. Nele os gestores controlam as visitas residenciais que são realizadas pelos ASAs, as áreas de maior incidência da dengue e pontos de maior incidência de focos.

Assim, através do SISPNCDD é possível obter informações sobre as áreas de maior risco de transmissão da dengue para melhor direcionar os trabalhos das equipes. Além disso, as metas fornecidas pelos municípios no sistema terão de ser cumpridas no tempo estabelecido, visto que a data não poderá ser alterada após seu término, quando o sistema fechará e considerará como um ciclo fechado (CAVALCANTE, 2013).

O Programa opera em 2 módulos, o módulo web e o módulo local. O módulo web é uma ferramenta de gerenciamento do sistema, é através dele, que os gestores dos níveis federal e estadual podem cadastrar os dados de controle do sistema e monitorar a entrada de dados realizada no município através dos relatórios (CENTRO ESTADUAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2013).

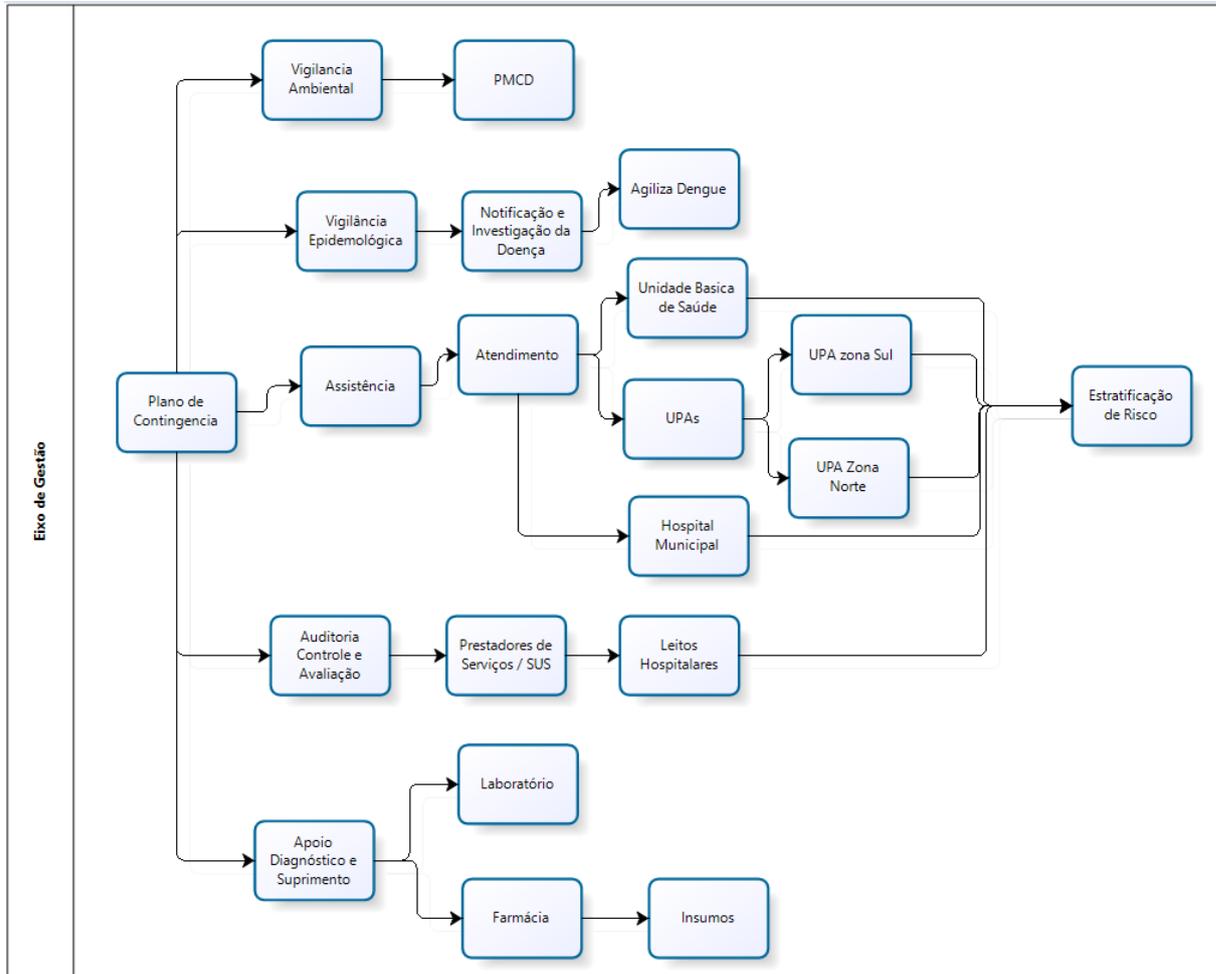
O módulo local, é o módulo de preenchimento dos dados das fichas de campo do PNCD. Através dele, o município insere os dados coletados pelos agentes no trabalho de campo, e os envia à 15ª regional, onde poderão ser acessados e monitorados através de relatórios (CENTRO ESTADUAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE).

Portanto, todos os dados levantados pelos ASAs, dentro do ciclo de visitas diários, e nos LIRAs são enviados para a 15ª regional, que são repassadas para a Secretaria do Estado que por sua vez os repassa para o MS, onde, as informações são processadas junto as demais advindas de outros estados da nação, na Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS).

#### **4.2.5 Plano de Contingência**

Juntamente com o PNCD a SVS estabelece como meta a execução de um plano de contingência, cujo objetivo é auxiliar na respostas às epidemias de dengue.

A Figura 7 apresenta o mapa do processo de controle da dengue através do eixo da gestão, seguindo as diretrizes estabelecidas pela SVS.



**Figura 7 : Controle da dengue, eixo da gestão na cidade de Maringá**  
**Fonte : O autor**

Através das diretrizes estabelecidas no plano de contingência, o controle da dengue se dá de forma integrada desde a atenção primária em saúde, de média complexidade e alta complexidade dos serviços de atenção em saúde. Esta integração se faz entre os diversos setores, Vigilância Ambiental, Vigilância Epidemiológica, Assistência, Auditoria Controle e Avaliação, e Apoio Diagnóstico e Suprimento.

#### 4.2.6 Vigilância epidemiológica

Na vigilância epidemiológica ocorrerá o processo de notificação e investigação da doença. É através destes que a vigilância é capaz de acompanhar o padrão de transmissão da doença, portanto a notificação dos casos suspeitos, para posterior confirmação do caso.

As principais fontes de detecção são as Unidades Básicas de Saúde (UBS), bem como, hospitais públicos e privados, prontos atendimentos, ambulatórios, laboratórios e clínicas privadas, entre outros, que devem comunicar a vigilância epidemiológica do município obrigatoriamente. “A rápida coleta de informações nas unidades de saúde e a qualidade destes dados são essenciais

para o desencadeamento oportuno de ações de controle e prevenção no nível local” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). Desta maneira, a interação entre as Unidades Básicas de Saúde e a vigilância epidemiológica se faz fundamental.

#### **4.2.6.1 Agiliza Dengue**

O Agiliza Dengue é uma ferramenta desenvolvida para que o contato entre as UBS e demais fontes notificadores com o PMCD ocorra rapidamente. Este é um e-mail onde estas ao receberem pacientes que apresentam suspeitas de dengue, realizam a notificação obrigatória do caso suspeito de maneira simples e on-line, facilitando maior agilidade.

#### **4.2.7 Assistência**

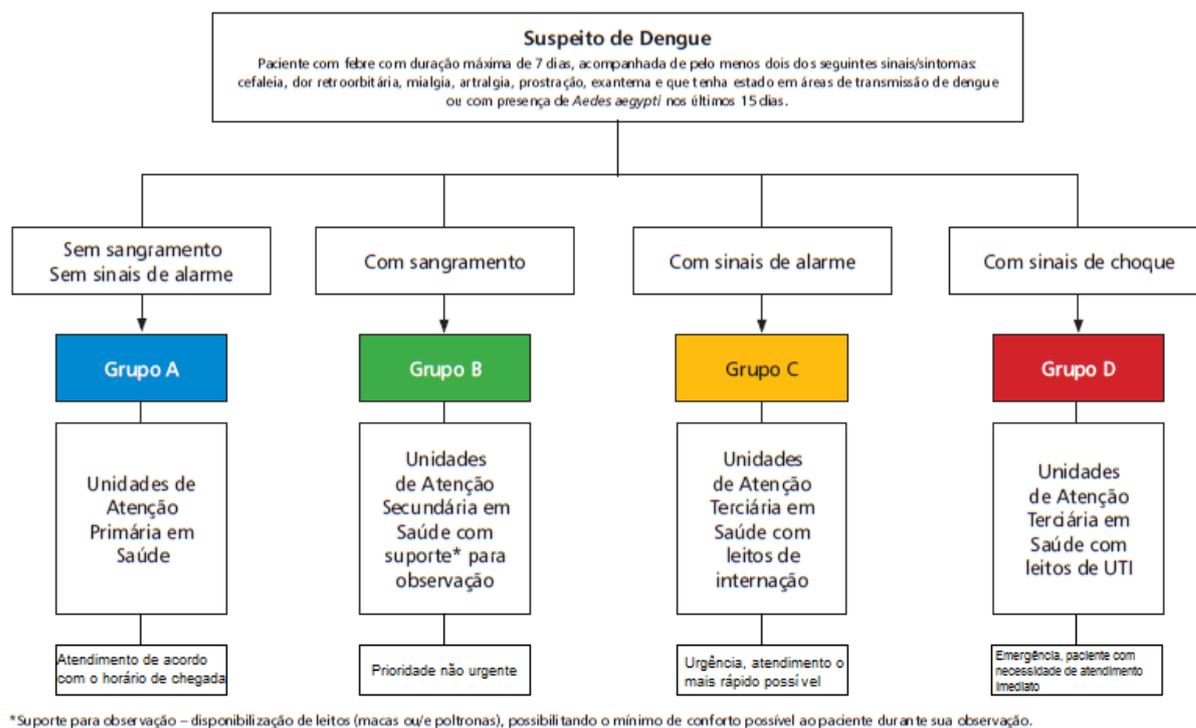
Nos vários níveis assistenciais, é onde se dá o atendimento dos pacientes com suspeita ou com a doença. Esta assistência acontece através da organização através da estratificação de risco baseada na gravidade da doença.

##### **4.2.7.1 Estratificação de risco**

A estratificação de risco visa a redução do tempo de espera de uma paciente com suspeita da doença por atendimento médico. Assim, através da organização do fluxo de pacientes, é possível um diagnóstico acelerado, e por consequência, tratamento e internação, de maneira que as ocorrências de óbito por dengue são, em sua totalidade, evitáveis.

Para a estratificação de risco do paciente são utilizadas as diretrizes fornecidas na política nacional de humanização. Desta maneira o profissional responsável pelo atendimento do paciente realiza a coleta de dados, orientação e encaminhamento deste, onde as informações coletadas servem de subsídio para os médicos quanto ao diagnóstico.

A estratificação de risco segue de acordo com a Figura 8.



**Figura 8 : Fluxograma para estratificação de risco de dengue**  
Fonte: adaptado de Ministério da Saúde

#### 4.2.8 Auditoria, Controle e Avaliação

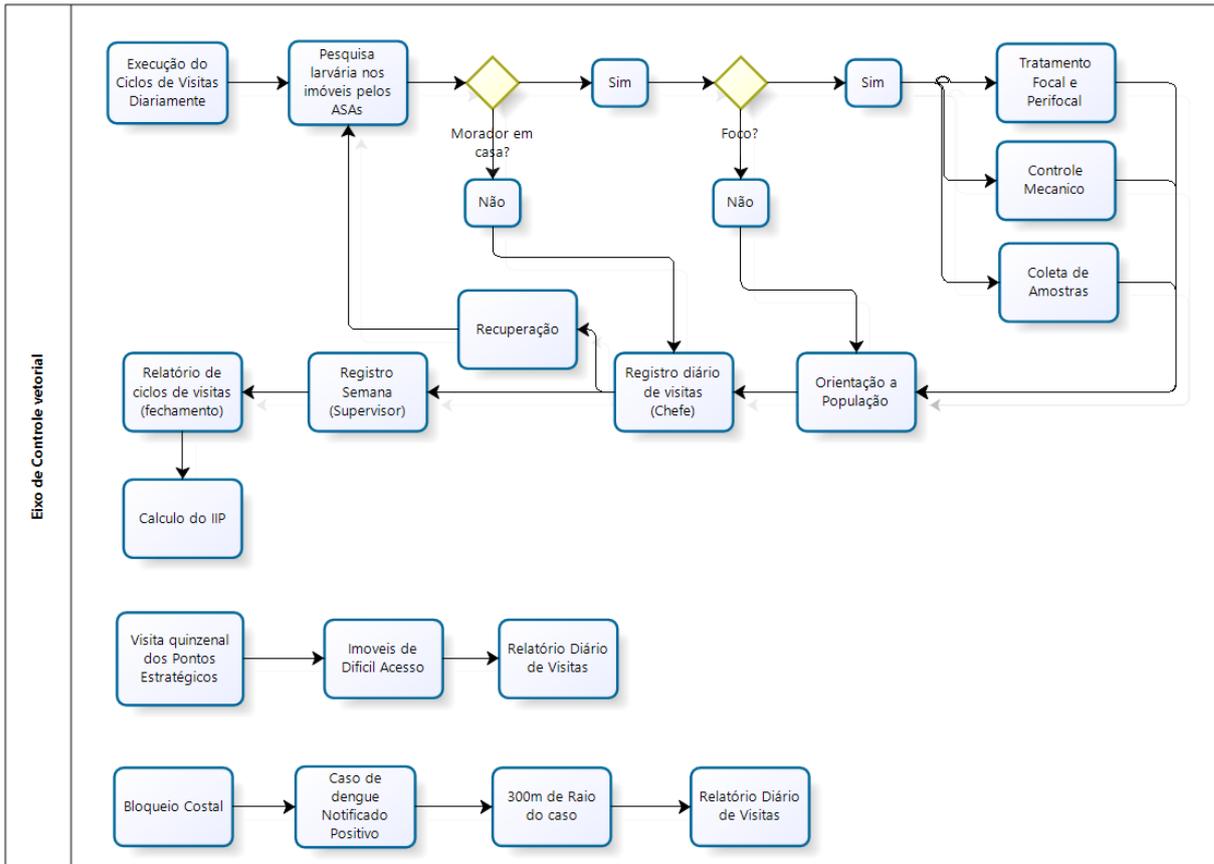
Esta gerência é responsável pelo controle e avaliação dos leitos existentes no município para o Sistema Único de Saúde (SUS). Toda a pactuação de disponibilidade de leitos SUS independe de estar no período epidêmico ou não. Estes estão distribuídos tanto em hospitais públicos quanto em hospitais privados do município.

#### 4.2.9 Apoio, Diagnóstico e Suprimento

Os laboratórios, são responsáveis pela realização de coleta e exames nos pacientes com suspeita da doença. As farmácias, são responsáveis por fornecerem os insumos e medicamentos, isto é, os materiais utilizados no tratamento dos pacientes.

### 4.3 Controle Vetorial

Agora que já foram apresentadas as visões gerenciais e administrativas do processo de combate e controle da dengue, é apresentado na Figura 9, o mapa do processo de controle vetorial, que descreve as etapas do processo que é executado diariamente pelos profissionais do PMCD.



**Figura 9 : Mapa do Processo de Controle Vetorial**  
**Fonte : O autor**

O controle vetorial, acontece através da execução de três etapas que se complementam para que o combate ao vetor ocorra da forma mais eficaz. Estas etapas são, a execução do ciclo de visitas diário, a visita aos pontos estratégicos e o bloqueio costal.

#### 4.3.1 Ciclos de visitas diário

Os ciclos de visitas diário, se dividem em ciclos trimestrais, totalizando 4 ciclos anuais de controle. A realização do ciclo se inicia com a pesquisa larvária nos imóveis pelos ASAs. Estes visitam em média 25 imóveis por dia, seguindo um planejamento de visitas elaborado previamente no PMCD.

##### 4.3.1.1 Pesquisa Larvária

Nas visitas aos imóveis duas situações podem existir, as quais são: a existência ou não de moradores no local no momento da visita. Caso o morador se encontre na residência é solicitada a permissão deste para que o agente possa adentrar o imóvel para a realização de uma vistoria buscando possíveis criadouros dos mosquitos *Aedes*.

Caso ocorra a confirmação da existência de algum foco do mosquito, os ASAs são orientados a coletar amostras das larvas e pupas, através da utilização do pesca-larva, que serão enviadas para análise laboratorial, bem como executar o controle mecânico e iniciar o tratamento focal e perifocal.

#### **4.3.1.2 Controle mecânico**

O controle mecânico, conforme as Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue fornecido pelo MS são práticas adotadas para impedir que os mosquitos *Aedes* se reproduzam. Estas práticas incluem a proteção, destruição ou destinação adequada de criadouros.

#### **4.3.1.3 Tratamento focal e Perifocal**

O tratamento focal e perifocal, consiste nos controles químico e biológico, onde o agente utilizará larvicidas e/ou inseticidas químicos ou biológicos nos pontos de foco tais como piscinas e/ou recipientes que não possam ser eliminados com o controle manual, e em seu entorno.

#### **4.3.1.4 Controle biológico**

O controle biológico através do uso do *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), é uma alternativa que o MS vem adotando no controle do vetor *Aedes*. “A decisão para utilização desse larvicida biológico foi baseada na existência de estudos, ensaios de laboratório e aplicação no campo, que revelou sua eficácia no controle do *Aedes aegypti*” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009, p.57)

#### **4.3.1.5 Controle químico**

O controle químico, segundo o MS, consiste na utilização de substâncias químicas, inseticidas, para combater e controlar o vetor em suas fases larvária e adulta (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

A utilização destes produtos químicos, seguem as normas técnicas e operacionais recomendadas pela OMS, que “preconiza os princípios ativos desses produtos e recomenda as doses para os vários tipos de tratamento disponíveis” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009, p.58)

A utilização segura destes inseticidas no controle vetorial é de suma importância, visto que o uso incorreto acarreta impactos ambientais, e afeta a resistência dos vetores aos produtos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

### **4.3.2 Orientação da população**

Após as etapas executadas quando se é localizado um foco, os agentes orientam os moradores como fazer o controle em suas residências de maneira adequada, e como proteger seu imóvel para evitar o acúmulo de água e a criação de novos focos. Por fim, os agentes registram as informações dos imóveis visitados no diário de visitas, que é repassado ao final do dia para o chefe de equipe.

### **4.3.3 Recuperação**

O processo de recuperação é o ato de realizar a pesquisa larvária em um imóvel que não fora vistoriado no momento que os ASAs estavam no seu endereço. Caso o morador não se encontre em sua residência no momento da visita, ou que seja um imóvel abandonado, os agentes são instruídos a registrar o endereço do imóvel, para que a sua recuperação seja feita o mais breve possível. Além do registro feito pelos agentes, um adesivo é fixado na residência com o telefone do agente, para que posteriormente o proprietário entre em contato e agende uma visita.

Imóveis que ficam por um longo período em situação “a recuperar”, são comunicados a vigilância ambiental, que fica responsável pela resolução do impasse.

### **4.3.4 Registro semanal**

Ao final da semana, os registros diários feitos pelos agentes e entregues ao chefe de equipe são repassados aos cuidados dos supervisores de cada regional, que irão inserir as informações no SISPNCD, onde ao final de cada ciclo é elaborado um relatório final, que se utilizará dos dados das amostragens coletadas no ciclo de visitas diários juntamente com o sorteio de amostras dos LIRAs para o cálculo do IIP.

### **4.3.5 Pontos estratégicos**

Paralelamente aos ciclos de visitas diários é realizado quinzenalmente vistorias nos pontos estratégicos, que são locais onde existam alta concentração de depósitos, isto é, locais onde haja facilidades para que a fêmea do vetor *Aedes* desove, como por exemplo ferro velhos, depósitos de sucata e/ou matérias de construção civil, cemitérios, garagens de veículos de grande porte e locais de difícil acesso como fábricas, barracões e imóveis abandonados.

As visitas feitas a estes pontos estratégicos são registradas em relatórios diários de visitas semelhantes aos utilizados nos ciclos diários de visitas.

### 4.3.6 Bloqueio costal

O bloqueio costal é realizado quando é notificado casos de dengue positivos e tem o objetivo de interromper a transmissão da doença através da eliminação do vetor.

Existem três situações em que o bloqueio costal deve ser realizado. Conforme cartilha da Secretaria Estadual de Saúde, este deve ser feito quando:

- Ocorrer um ou mais casos suspeitos de dengue grave,
- Quando notificado dois ou mais casos suspeitos de dengue clássico, em um período de quinze dias, cuja proximidade destes seja inferior ou igual a 100 metros, e
- Quando um ou mais casos de dengue forem confirmados por critério laboratorial e/ou clínico epidemiológico, isto é, quando é relatado três ou mais sintomas da doença, em período epidêmico.

#### 4.3.6.1 Período epidêmico

É considerado período epidêmico, quando ocorre um aumento no número de casos notificados em um curto espaço de tempo.

Verifica-se uma situação de risco de epidemia e/ou epidemia quando há um aumento constante de casos notificados no município e esta situação pode ser visualizado por meio da curva endêmica, diagrama de controle e outras medidas estatísticas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

O cálculo utilizado para verificar se o município se encontra em epidemia segue a Equação 4.

$$\text{Coeficiente de Incidência} = \frac{n^{\circ} \text{ de casos confirmados}}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \times 10^5 \quad (4)$$

Se o valor do coeficiente de incidência for superior a 300 casos confirmados por 100.000 habitantes, então o município se encontra em epidemia.

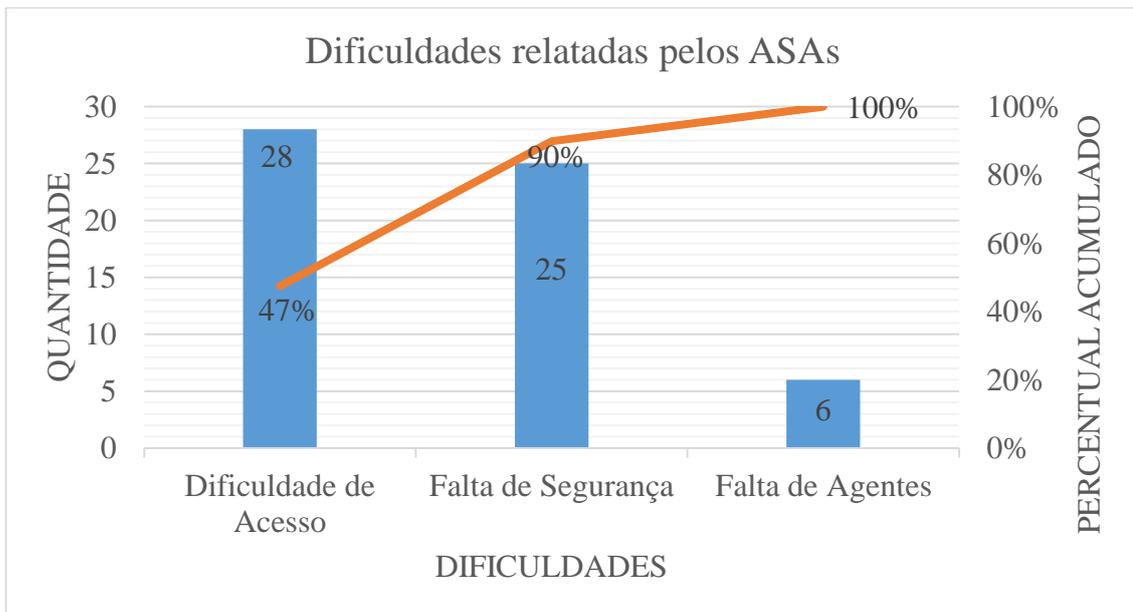
Quando em epidemia, ações estratégicas e de bloqueio costal são executadas para conter a proliferação dos vetores da dengue. Estas ações consistem na pesquisa larvária em todas as residências em um raio de 300m do foco e a utilização de bombas costeais na aplicação de inseticidas.

## 4.4 Dificuldades Enfrentadas pelos Agentes

Após o entendimento do processo, foi levantado junto aos agentes em campo, por meio de entrevistas realizadas com 30 deles, sendo 6 supervisores, 4 chefe de equipe e 20 agentes, as

principais dificuldades enfrentadas por estes no dia a dia. Estas dificuldades foram registradas de forma a não conter nenhum indicativo de maneira a se identificar o agente autor do comentário.

Dentre as dificuldades registradas, algumas foram selecionadas conforme o tema deste trabalho, de maneira que este processo de refinamento visou separar problemas que tem potencial de solução através da implementação do VANT como uma ferramenta de auxílio. As dificuldades selecionadas foram organizadas em categorias e quantificadas conforme Figura 10.



**Figura 10 :Dificuldades relatadas pelos ASAs.**  
**Fonte: O autor**

Através dos trabalhos realizados em campo, foi possível registrar situações reais, onde a utilização do VANT poderia ser de grande ajuda, principalmente na etapa de localização de possíveis focos de criadouro dos vetores.

As Figuras 11 e 12 retratam a dificuldade em se localizar uma piscina abandonada. Em uma das visitas a campo, foi relatado por um agente ao chefe de equipe a localização de uma piscina abandonada, e imediatamente o chefe de equipe se dirigiu ao local para vistoriar a piscina e proceder o tratamento focal.



**Figura 11 : Vista frontal do terreno**



**Figura 12 : Piscina abandonada**

Na Figura 11 é apresentada a vista frontal do terreno a ser vistoriado pelo agente. É possível perceber, por meio desta, acúmulos de resíduos de construção civil, lixo e vegetação alta, isto é, possíveis locais de criadouros do mosquito transmissor da dengue. Assim, o ASA ao adentrar neste terreno em busca de focos, se deparou com a piscina abandonada ilustrada na Figura 12.

As duas imagens representam bem a realidade dos agentes, refletindo as dificuldades que estes enfrentam, tendo que se adentrar em áreas que oferecem riscos à saúde, bem como criadouros em potencial podem estar escondidos em meio a entulhos e vegetação.

A utilização do VANT para este caso, com sua capacidade de mapeado aéreo (através da realização de uma série de fotografias), seria de grande impacto na agilidade de localização do foco, visto que esta piscina estava abandonada provavelmente há um grande período de tempo, servindo de criadouro para dezenas de ciclos de mosquitos até ser encontrada.

Assim, uma análise das imagens geradas no mapeamento aéreo teriam grande probabilidade de detectar a presença da piscina, com maior velocidade, e sem riscos à saúde dos agentes.

Outra situação em que a utilização do VANT como ferramenta seria importante, é no auxílio a detecção de possíveis focos em lajes de prédios ou lojas no centro urbano de Maringá, que vive um processo de verticalização, onde o acesso do agente para a fiscalização é inviável, ou simplesmente muito perigosa. As Figuras 13 e 14 retratam um exemplo onde o acesso a laje de um prédio é insegura para o agente.



**Figura 13 : Acesso a laje de prédio**

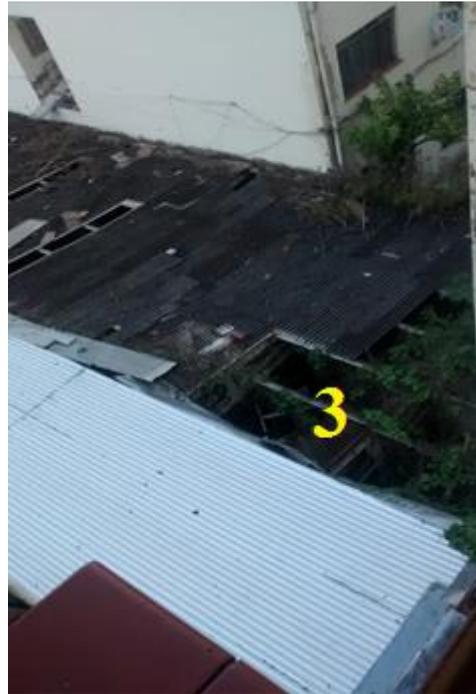


**Figura 14 : Risco de queda**

O risco de vida pelo qual o agente está sujeito neste caso, é devido à falta de proteção e segurança no acesso a laje do prédio, visto que a escada de acesso, representada pelo número 1 na Figura 13, se encontrava em péssimas condições. Além disso, conforme representado pelo número 2 na Figura 14, o local de acesso não dispunha de proteções mínimas contra a queda, como por exemplo, redes de proteção.

Neste outro exemplo retratado pelo número 3 na Figura 15, foi identificada uma área com um elevado potencial de abrigar criadouros do mosquito *Aedes*. Entretanto, sua identificação só foi possível devido a denúncia de moradores aos agentes que estavam em visita de vistoria em um edifício vizinho.

Por se tratar de um imóvel comercial, que se encontrava fechado, localizado no centro da cidade, não era possível que os agentes checassem o local e identificassem o potencial foco.



**Figura 15: Telhado destruído em imóvel no centro de Maringá**

A utilização do VANT pode acelerar a localização destes potenciais focos, auxiliando os gestores a planejar ações de controle e vistorias embasadas nos dados fornecidos pelo VANT e assim tornando o método de controle da dengue mais eficiente, por que é possível direcionar os esforços de combate para as área de maior probabilidade de ocorrência de focos.

Outra função interessante que o VANT pode cumprir, é no auxílio ao controle do acúmulo de lixo e entulho em regiões como vales e baixadas próximos as periferias da cidade, onde é muito comum o descarte destes pela população.

O número 4 na Figura 16 retrata a realidade de um fundo de vale próximo a periferia da cidade de Maringá, onde o lixo descartado pela população se acumula, fornecendo múltiplos pontos para a desova do mosquito *Aedes*.



**Figura 16 : Lixo descartado pela população**

A prefeitura é responsável pela retirada deste lixo, porém, a mesma não o faz regularmente, visto que não há um acompanhamento específico destes pontos. Devido a esta falta de controle, o lixo pode ficar acumulado por diversas semanas até sua retirada.

As regionais visitadas na etapa de coleta de dados, apresentaram problemas como, falta de segurança, locais de difícil acesso e em alguns casos grandes distâncias a percorrer. Porém, alguns extratos destacaram-se, por apresentarem maior potencial de utilização desta ferramenta, como o extrato 14 (vide Figura 5), que é composto de imóveis industriais e de lazer, como chácaras e recantos.

Essa configuração, em que existe uma grande distância entre os imóveis devido a suas extensas áreas privadas, dificultam e muito o processo de vistoria por parte dos ASAs, que realizam estas visitas, na sua grande maioria, a pé. A Figura 17 retrata as grandes áreas que compõem as propriedades privadas do extrato 14.

Além da dificuldade de locomoção entre as propriedades, o que faz com que o processo de vistoria seja extremamente lento, a maioria das estradas que ligam as propriedades não são asfaltadas e não contam com calçadas, além de serem cercadas por densa vegetação.

Outro caso é a existência da necessidade de que o agente se locomova próximo a rodovias, aumentando ainda mais o risco de acidentes, visto que nestas, não existe uma área destinada a pedestres.



**Figura 17 : Grandes propriedades privadas**

Somado as dificuldades descritas anteriormente, ao atingirem os imóveis a serem vistoriados, os agentes não conseguem realizar as buscas por focos do mosquito, devido ao fato dos imóveis, principalmente chácaras e recantos, encontram-se fechados a maior parte do tempo.

Estes imóveis, contam com caixas d'água, que são posicionadas sobre altas estruturas, a muitos metros do chão, conforme representado pelo número 5 na Figura 18, não contando com escadas de acesso, e assim impossibilitando a sua vistoria pelo agente.

Nas Figuras 18 e 19 é retratado uma caixa d'água sem escada de acesso, e uma caixa d'água abandonada, respectivamente.



Figura 18 : Caixa d'água sem acesso



Figura 19 : Caixa d'água abandonada

Juntamente com as visitas feitas a campo, foi levantando, através de relatórios disponíveis no banco de dados da SISPNCD, a quantidade de recipientes inspecionados por tipo, conforme apresentado na Figura 20.

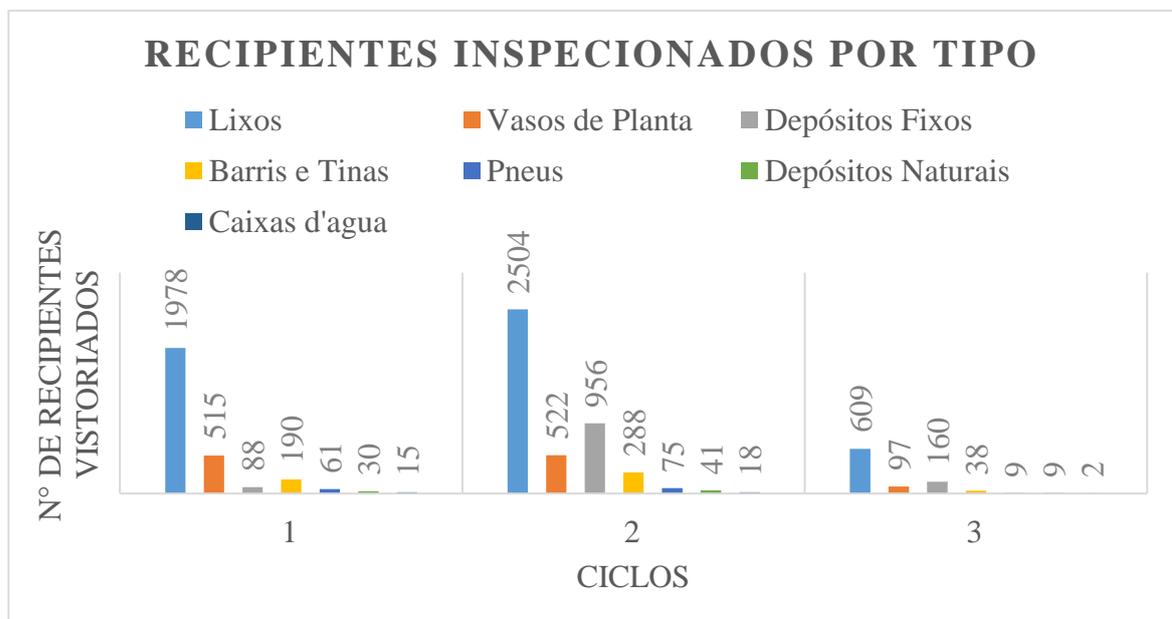
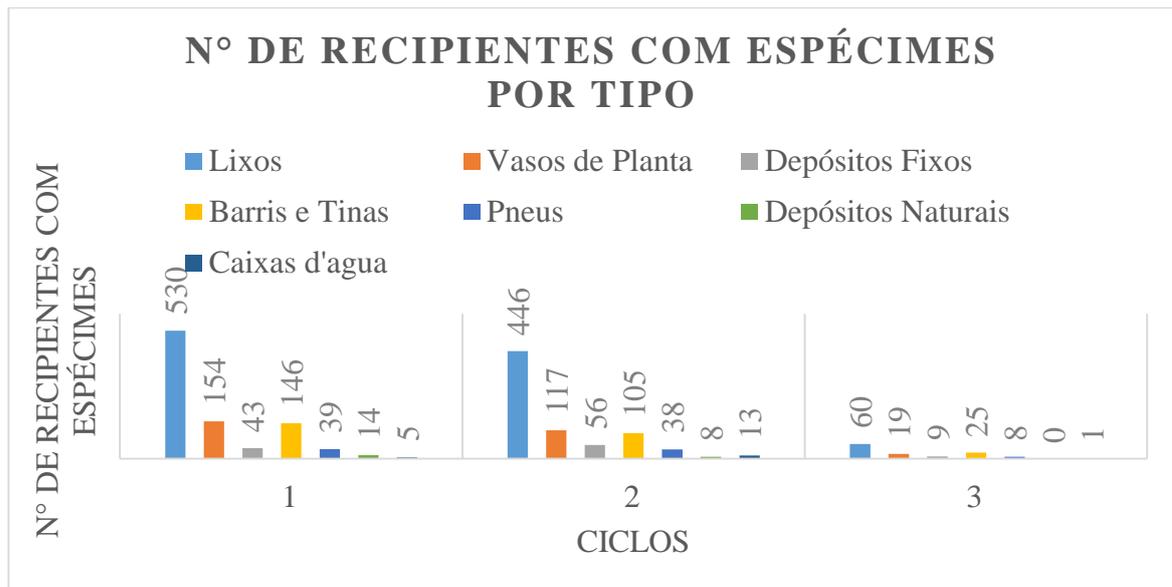


Figura 20 : Recipientes inspecionados por tipo.  
Fonte: SISPNCD – Secretaria de Saúde de Maringá

Os dados apresentados na Figura 20, são referentes a somente três ciclos de visita diária de 2015, visto que até a presente data de elaboração deste trabalho, o quarto ciclo de visitas diárias não havia se concluído.

Dos tipos de recipientes, os mais vistoriados são lixos, vasos de plantas e depósitos fixos, representando em conjunto 91% do total de recipientes vistoriados. Dos recipientes vistoriados, aqueles que abrigavam espécimes do vetor da dengue foram registrados, e seus números estão apresentados na Figura 21.



**Figura 21 : Número de recipientes com espécimes por tipo**  
Fonte: SISPNCD – Secretaria de Saúde de Maringá.

Através do número de recipientes encontrados com espécimes é possível estabelecer, qual destes possuía a maior probabilidade de se encontrar um foco do vetor. A Figura 22 apresenta as porcentagem que estes recipientes que continham espécimes do vetor representam em relação a quantidade de recipientes vistoriados.

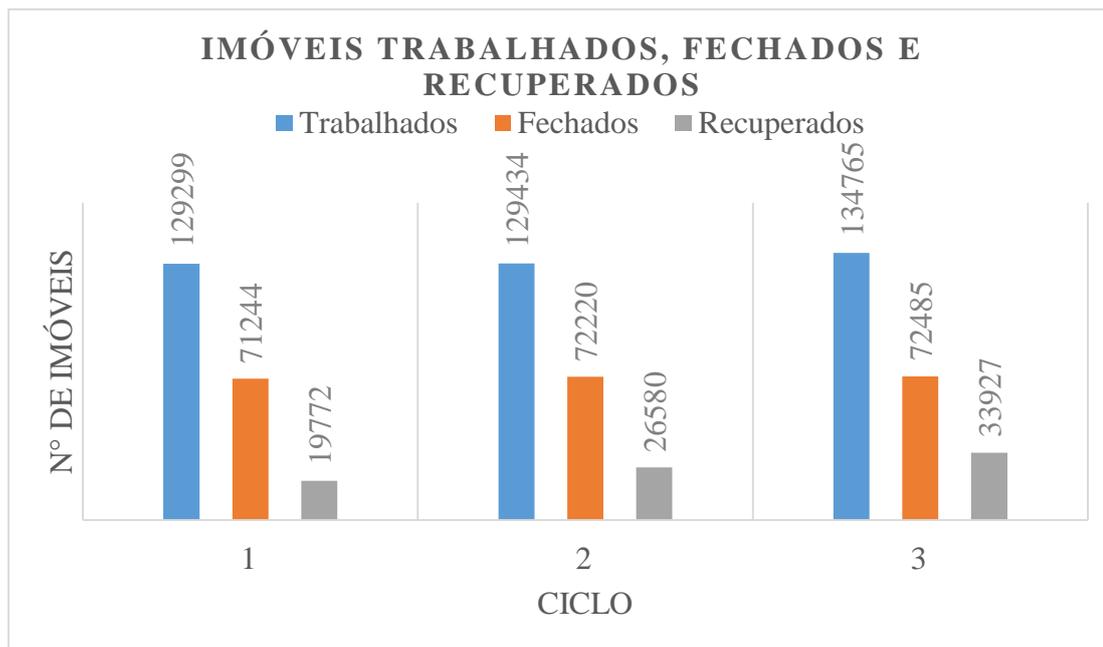


**Figura 22 : Recipientes com espécimes em relação aos recipientes vistoriados**  
**Fonte: O autor**

Os valores encontrados indicam que as maiores probabilidades de se achar um criadouro do mosquito transmissor da dengue, estão em pneus, caixas d'agua e barris e tinas. Conforme apresentado na Figura 21, estes três tipos de recipientes, são poucos vistoriados, porém são produtos que normalmente são descartados pela população, muitas vezes em locais inapropriados. Assim, a utilização do VANT na busca e localização destes tipos de recipientes pode contribuir para um controle mais eficiente do vetor transmissor da dengue.

Outro fator que prejudica a eficiência do combate ao mosquito, é ausência do morador na sua residência no momento da vistoria do ASA, ou em muitos casos, a ausência do proprietário do imóvel, que se encontra fechado/abandonado.

A Figura 23 apresenta o número de imóveis que não conseguem ser vistoriados frente aos imóveis que foram vistoriados e/ou recuperados.



**Figura 23 : Número de imóveis trabalhados, fechados e recuperados**  
**Fonte: SISPNCD – Secretaria de Saúde de Maringá**

Através dos dados fornecidos pelo PMCD, é possível concluir que aproximadamente 55% dos imóveis se encontram fechados, e este fato persiste nos três ciclos de visitas. A média de imóveis recuperados é de 37,1%, portanto 62,9% dos imóveis permanecem fechados e sem serem vistoriados. A utilização do VANT nesse caso, vem a ser essencial, visto que uma tomada aérea destes imóveis pode detectar, entulhos, piscinas, calhas entupidas, entre outros e assim, acionar órgãos competentes para solucionar estes impasses de maneira mais ágil, uma vez que provado o risco ambiental que estes imóveis representam.

Após os acompanhamentos feitos a campo junto dos ASAs, conversas e entrevistas, fica evidente o enorme potencial para na utilização do VANT como uma ferramenta de auxílio no controle da dengue, principalmente auxiliando os ASAs no cumprimento de suas tarefas, com destaque para as etapas de busca e localização de áreas com alta probabilidade de abrigar focos do mosquito *Aedes aegypti*.

Entretanto, a sociedade atual é capitalista, desta maneira, a implementação desta ferramenta é acompanhada da necessidade de investimento capital, assim, a utilização do VANT como ferramenta de auxílio deve ser viável economicamente.

Portanto, para verificar se é possível a utilização do VANT no controle da dengue, foi realizado um estudo sobre a viabilidade da implementação do VANT como uma ferramenta de auxílio no controle do vetor da dengue.

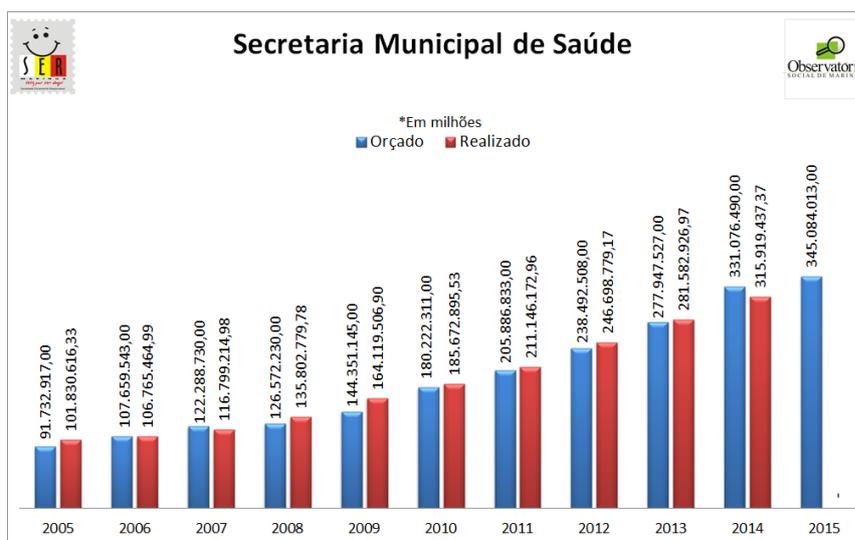
#### **4.5 Análise de Viabilidade**

A análise de viabilidade é o subsídio primordial para estabelecer uma relação econômica de custo benefício da utilização do VANT como ferramenta de apoio ao processo de controle do vetor transmissor da dengue na cidade de Maringá.

Para que a análise seja feita corretamente, pesquisas quanto ao orçamento destinado para a SSM para o ano de 2015 foram essenciais. Deste montante parte é destinado ao PMCD, que através do rateio desta verba sana suas despesas como, material de escritório, Equipamentos de Proteção Individual (EPI), serviços gráficos, materiais de consumo, aparelhos celular, banners, vale transporte, folha de pagamento dos ASAs, contratação de pessoal, manutenção de estagiários e na reforma do Centro de Controle de Zoonoses (CCZ).

#### 4.5.1 Orçamento do programa de controle da dengue em Maringá para 2015

Desde 2005 a verba municipal destinada a SSM vem crescendo de forma expressiva. Em um período de 10 anos, 2005 a 2015 o orçamento estipulado para a SSM cresceu 376,18%, conforme ilustra a Figura 24.



**Figura 24 : Orçado 2015 da SSM**  
**Fonte: Observatório Social de Maringá**

Do valor orçado para SSM em 2015, os valores destinados a Diretoria de Vigilância em Saúde (DVS) representam uma fatia de 2,16%, e deste o PMCD representa uma porção de 30,89%, conforme distribuição ilustrada na Figura 25.

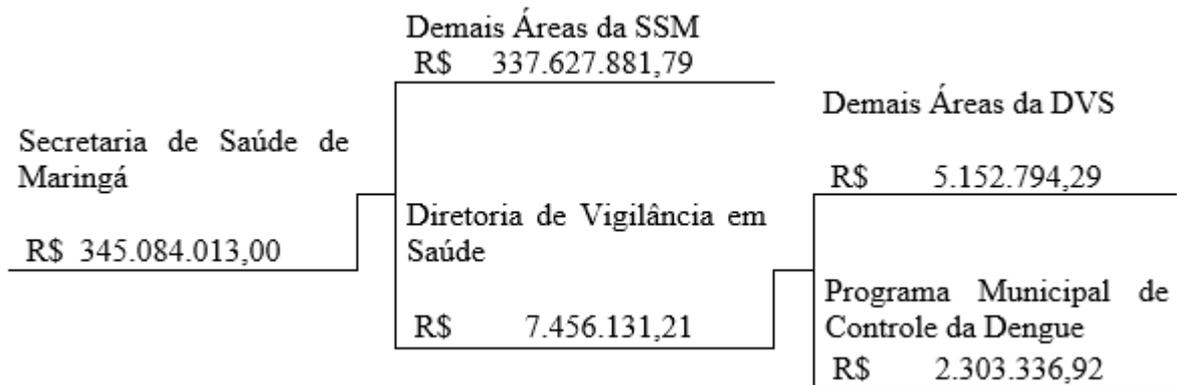


Figura 25 : Distribuição do orçamento destinado a SSM

Do valor destinado ao PMCD os valores orçados para cobrir os gastos com o controle da dengue estão divididos em 11 fontes de consumo de recursos, conforme a Figura 26.

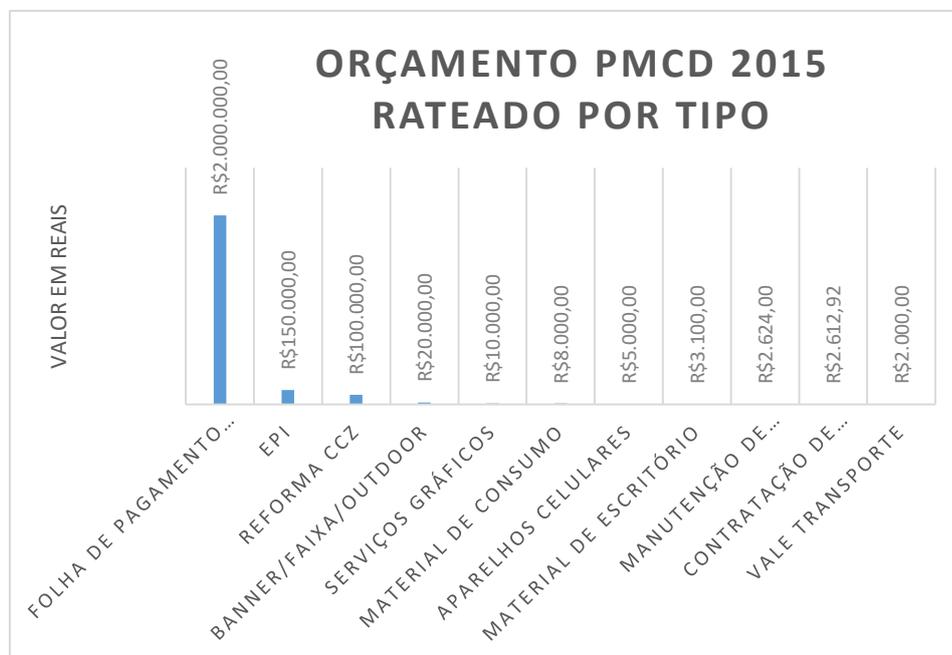


Figura 26 : Orçamento do PMCD 2015 rateado por tipo

Fonte: Secretaria de Saúde de Maringá

Conforme ilustrado, os maiores montantes orçados pelo PMCD estão comprometidos a folha de pagamento dos ASAs e para a aquisição dos EPIs utilizados por estes. Cada um destes representa 86,83% e 6,51% do montante respectivamente.

Como o salário de um ASA em 2015 é em média R\$ 1.014,00 e o PMCD conta com 210 funcionários, os gastos somente com salário podem ultrapassar o orçamento estipulado para o ano.

#### 4.5.2 Custo de aquisição do VANT e treinamento de pessoal

Para selecionar qual modelo de VANT seria o mais adequado para realizar as tarefas relacionadas com o processo de controle da dengue, foi realizada pesquisas na internet em sites relacionados a aeromodelismo amador e profissional.

Como critério inicial de seleção dos VANTs, é preciso entender que para que seja útil sua utilização auxiliando no controle da dengue, estes necessitam executar fotografias e filmagens de alta resolução, para que estas imagens sirvam de apoio ao ASA na etapa de busca e localização de criadouros do vetor. Outro ponto importante é, conforme previsto na regulamentação, os modelos de classe 3, isto é, até 25kg, não necessitam de diversos documentos, conforme apresentado no Quadro 1.

Os modelos encontrados que atendem ao critério pré-estabelecido estão apresentados na Tabela 2. Estes, foram comparados a fim de estabelecer qual deles é o mais apropriado ao propósito de ferramenta de auxílio ao ASA.

Tabela 2 : Modelos de VANT e suas especificações

|   |  |   |
|---|--|---|
|  <p><b>DJI Phantom 3 Professional</b></p> <p>Autonomia: 25min.<br/> Alcance: 2km<br/> Velocidade: 16m/s<br/> Câmera: 12MP 4k 30fps<br/> Faixa de Preço: R\$ 7.999,00 – 10.890,00</p>     |  <p><b>DJI Phantom 3 Advanced</b></p> <p>Autonomia: 25 min.<br/> Alcance: 2km<br/> Velocidade: 16m/s<br/> Câmera: 12MP 2.7k 60fps<br/> Faixa de Preço: R\$ 6.999,90 – 9.719,00</p> |  <p><b>AR.Drone 2.0</b></p> <p>Autonomia: 18 – 36 min.<br/> Alcance: 50 – 100m<br/> Velocidade: 11m/s<br/> Câmera: 720p 30fps<br/> Faixa de Preço: R\$ 2.100,00 – 2.399,00</p> |
|  <p><b>DJI Phantom 2 Vision Plus</b></p> <p>Autonomia: 25 min.<br/> Alcance: 300m<br/> Velocidade: 12m/s<br/> Câmera: 14MP 1080p 30fps<br/> Faixa de Preço: R\$ 6.499,90 – 6.999,90</p> |  <p><b>DJI Inspire 1</b></p> <p>Autonomia: 25min.<br/> Alcance: 2km<br/> Velocidade: 22m/s<br/> Câmera: 12MP 4k 30fps<br/> Faixa de Preço: R\$ 17.799,90 – 17.990,00</p>          |   |

Analisando as especificações dos VANTs apresentados na Tabela 2, é possível perceber, que no quesito autonomia todos são similares, com exceção do modelo AR.Drone 2.0, que é composto de 2 baterias de 18 minutos. Com relação ao alcance, a diferença entre os modelos mais antigos, como o DJI Phantom 2 Vision Plus e AR.Drone 2.0, lançados em 2014, para com os demais modelos, lançados em 2015, é significativa.

Em relação a velocidade de voo, as diferenças praticamente seguem o mesmo caminho já apresentado na comparação entre os alcances, os modelos de 2014 ficam atrás dos modelos de 2015, com destaque para o DJI Inspire 1, que apresenta uma velocidade de voo superior à dos modelos DJI Phantom 3.

A câmera é, o componente de maior importância nesta comparação, visto que a intenção de se utilizar o VANT no auxílio ao controle da dengue, depende inteiramente deste, pois é através das imagens capturadas que análises, planejamento e identificação de possíveis focos do criadouro será viável. Dos modelos selecionados as câmeras se diferem bastante, com exceção dos modelos DJI Inspire 1 e DJI Phantom 3 Professional, que são equipados com câmeras de altíssima qualidade e tecnologia, as quais são utilizadas até na indústria do cinema, afetando assim o valor final do VANT. O modelo DJI Phantom 3 Advanced apresenta uma câmera de qualidade profissional, capturando imagens em *Ultra High Definition* (UHD), já o modelo DJI Phantom 2 Visio Plus possui uma câmera com capacidade de capturar imagens em *Full High Definition* (FullHD) enquanto a câmera do AR.Drone 2.0 captura imagens apenas em *High Definition* (HD). Portanto, a câmera afeta diretamente o preço dos VANTs, de acordo com sua qualidade e tecnologia.

Por último, as faixas de preço encontram-se bem próximas, com exceção do DJI Inspire 1 e AR.Drone 2.0, onde o modelo o primeiro é de longe o mais caro, chegando a custar o triplo do valor dos demais. O segundo é o de menor valor, isso se deve primordialmente por este ser o modelo de menor tecnologia.

Assim, dentre os VANTs apresentados anteriormente, o escolhido para servir de parâmetro neste trabalho, após a comparação das especificações e faixa de preço foi o DJI Phantom 3 Advanced, este possui boa autonomia, ótimo alcance, ótima velocidade de voo e, excelente câmera/filmadora. As comparações individuais de todos os VANTs em relação ao DJI Phantom 3 Advanced que culminaram na sua escolha estão apresentadas abaixo.

#### **4.5.2.1 DJI Phantom 3 Advanced x DJI Phantom 3 Professional**

O modelo DJI Phantom 3 Professional apresentou pouca diferença quando comparado a versão Advanced, porém se encontra em uma faixa de preço acima do modelo escolhido e por isso descartado.

#### **4.5.2.2 DJI Phantom 3 Advanced x AR.Drone 2.0**

O modelo AR.Drone 2.0 é o mais barato dentre os modelos comparados, apresenta uma autonomia de voo razoável de 18 minutos extensíveis a 36 minutos devido a uma bateria extra que é inclusa ao pacote de aquisição, porém seu alcance é muito limitado e dependente das condições de clima. O AR.Drone 2.0 é equipado com uma câmera bem inferior, 720p (HD), do que o modelo escolhido, 2.7k (UHD). Modelos de câmera HD já estão se tornando obsoletas frente aos modelos FullHD e UHD. Desta forma foi decidido descartá-lo.

#### 4.5.2.3 DJI Phantom 3 Advanced x DJI Phantom 2 Vision Plus

O modelo DJI Phantom 2 Vision Plus apresentou especificações suficientes no que se diz respeito ao critério inicial, porém por ter um alcance bem reduzido quando comparado ao modelo escolhido e estar na mesma faixa de preço deste, assim o modelo foi descartado.

#### 4.5.2.4 DJI Phantom 3 Advanced x DJI Inspire 1

O modelo DJI Inspire 1 é de longe o que possui os melhores atributos, ótima autonomia, excelente alcance, excelente velocidade de voo e excelente câmera fotográfica/filmadora, porém é detentor da maior faixa de preço. Esta faixa se justifica por este modelo incluir câmeras de última geração, aplicativos mais sofisticados para *smartphones* e *tablets*, influenciando diretamente no seu preço de mercado, que chega a ser mais do que o dobro do valor do DJI Phantom 3 Advanced. Portanto, quando comparado o custo dos dois modelos foi preferível descartar o modelo mais caro.

Escolhido o VANT de melhor custo benefício, o próximo passo foi selecionar qual o melhor pacote de treinamento compatível com este modelo. O treinamento é essencial para que esse equipamento seja utilizado de maneira correta e de acordo com as regulamentações.

#### 4.5.2.5 Treinamento

O treinamento é essencial para que o responsável designado para realizar as tomadas aéreas a faça de maneira correta. Além disso, a ANAC em seu RBAC-E estabelece que para a realização de voos com VANT é necessário que o piloto esteja certificado.

O valor encontrado foi baseado em pesquisas realizadas na internet, onde uma gama de escolas que ofertavam este tipo de treinamento foram avaliadas, e assim selecionado o valor do curso que mais atendeu as necessidades, considerando o modelo do VANT escolhido neste trabalho, e tipo de serviço a ser executado pelo futuro piloto.

O curso escolhido dispunhas das seguintes características:

- Treinamento de pilotagem para os equipamentos:
  - DJI Phantom 2 Vision +;
  - DJI Phantom 3 Advanced;
  - DJI Phantom 3 Professional;
  - DJI Inspire;
  - 3DR Iris +;
  - 3DR G-Octa;
  - DJI S900 ou DJI F550;

- Consultoria gratuita;
- 08 horas de treinamento, sendo 5hrs de teoria e 03hrs de prática;
- 06 meses de suporte pós-curso;

Os principais tópicos do conteúdo programático dispunha-se seguintes forma:

- Treinamento Teórico + Pilotagem:
  - ANAC – Legislação sobre o uso de drones no Brasil;
  - Segurança de voo;
  - Introdução sobre os tipos de drones existentes no mercado;
  - Atualização de firmware e software;
  - Calibração e configurações para voo;
  - Interpretando a telemetria;
  - Pontos de atenção com a manutenção do equipamento;
  - Como habilitar o modo *Fail Safe*;
  - Cuidados para evitar o *Fly Away*;
  - Diferenças entre os modos de voo ATTI e GPS;
  - Modos de voo IOC (*Course Lock* e *Home Lock*);
  - Sistemas de transmissão de vídeo;
  - Configuração de Gimbal e Sensores;
  - Voos com simulador;
  - Voos práticos em área aberta e segura;
- Treinamento em estação de solo para mapeamento:
  - Entendendo mapeamento com drones;
  - Possibilidades de mapeamento;
  - Voos autônomos;
  - Aplicativos para voos autônomos e mapeamento;
  - Estações de solo desktop para mapeamento;
  - Realizando voos autônomos.

Conforme apresentado acima, o conteúdo programático do curso selecionado supri de maneira satisfatória as capacidades que o piloto de VANT para o tipo de serviço que é exigido no controle da dengue, mapeamento, análise das imagens e localização de possíveis focos. O valor do investimento necessário neste tipo de treinamento, é de R\$ 2.299,00, em valores de 2015.

### 4.5.3 Comparação VANT e ASA

A comparação entre VANT e ASA é de grande importância para este estudo, pois é através desta que será avaliado se é viável ou não obter um VANT para o auxílio ao controle do vetor da dengue, ou se a opção de terceirização, isto é, locação de um VANT é mais indicada.

A relação VANT e ASA é estabelecida através de parâmetros comuns para ambos, tais como área vistoriada por ano e custo do quilometro quadrado vistoriado. Para que se obtenha tais parâmetros algumas informações foram levantadas para subsidiar a base de cálculos aqui apresentada.

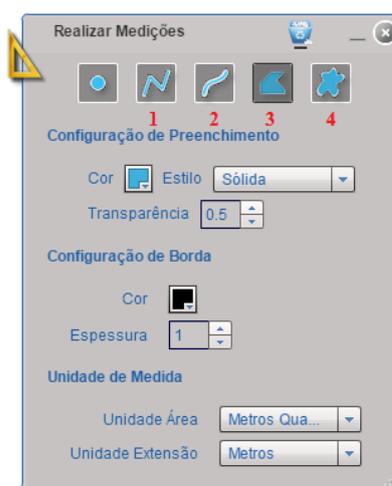
As informações necessárias para fundamentar a base de cálculos são:

- A área aproximada vistoriada pelos ASAs em cada ciclo de visitas;
- O número de dias úteis no município de Maringá –PR em 2015;
- A angulação focal da câmera fotográfica/filmadora do modelo DJI Phantom 3 Advanced.

As informações encontradas estão dispostas a seguir.

#### 4.5.3.1 Área aproximada vistoriada pelos ASAs em casa ciclo de visitas

A área do município de Maringá vistoriada pelos ASAs foi estimada através de uma ferramenta disponível no Portal Geomaringá, página que integra o website da Prefeitura de Maringá, onde são disponibilizados mapas de diversos interesses a população de Maringá para consulta, tais como área de abrangência da educação, senso do Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE), área de abrangência do LIRAA entre outros. A Figura 27 ilustra esta ferramenta.



**Figura 27 : Portal Geomaringá - Ferramenta para medir de área**  
**Fonte: Portal Geomaringá – Prefeitura de Maringá**

A ferramenta funciona através de 4 opções de medição, a primeira opção, representada pelo número “1” na Figura 27, é utilizada para medir extensões, a segunda, representada pelo número

“2”, também é utilizada para medir extensão, porém de forma livre, isto é, a primeira se utiliza da interligação entre dois pontos, traçando linhas retas, na forma livre, a seleção segue todos os pontos pelo qual o cursor do mouse passe. Na terceira opção, representada pelo número “3”, a área é medida, através da seleção de múltiplos pontos, e na quarta opção, representada pelo número “4”, também é utilizada para medir áreas, porém de forma livre, semelhante a opção “2”, a área se fara pelos pontos em que o cursor do mouse passar, enquanto na opção “3” os pontos devem ser selecionados individualmente.

A área foi estimada baseada na divisão administrativa realizada pelo PMCD, apresentada na Figura 4. A ferramenta foi utilizada na sua configuração número “3”, retornando uma área igual a 159,58 km<sup>2</sup>.

#### 4.5.3.2 Dias úteis do ano de 2015

Para obter cálculos mais precisos, considerou-se a quantidade de dias úteis do ano de 2015 para o município de Maringá. Portanto excluindo-se feriados e fins de semana. A Tabela 3, apresenta os dados levantados referentes a dias, dias úteis, fim de semana, e feriados.

**Tabela 3 : Distribuição dos dias por tipo no ano de 2015**

|               |      |
|---------------|------|
| Ano           | 2015 |
| Dias          | 365  |
| Dias Úteis    | 250  |
| Fim de Semana | 104  |
| Feriados      | 11   |

Portanto, conforme apresentado na Tabela 3, a quantidade de dias úteis considerados nos cálculos realizados a seguir é de 250 dias.

#### 4.5.3.3 Câmera DJI Phantom 3 Advanced

Segundo o site do fabricante, a chinesa DJI, a câmera que compõe o VANT modelo DJI Phantom 3 Advanced tem uma angulação focal de 94°, conforme ilustra a Figura 28.



**Figura 28 : Especificação da câmera do modelo DJI Phantom 3 Advanced**

Fonte: DJI (<http://www.dji.com>)

Considerando esta angulação é possível estabelecer qual a área de foco captada na imagem de acordo com a altura de voo do VANT conforme a Equação 5

$$AF = \pi((Tg 47^\circ) \times h)^2 \quad (5)$$

Onde, AF é a área e h a altura em quilômetros.

A Tabela 4 apresenta as áreas de captura da câmera de acordo com sua amplitude focal e altura.

**Tabela 4 : Relação Altura x Área de foco**

| Altura de Voo (m) | Área de foco (km <sup>2</sup> ) |
|-------------------|---------------------------------|
| 10                | 0,00036                         |
| 15                | 0,00081                         |
| 20                | 0,00145                         |
| 25                | 0,00226                         |
| 30                | 0,00325                         |
| 35                | 0,00443                         |
| 40                | 0,00578                         |
| 50                | 0,00903                         |
| 60                | 0,01301                         |
| 70                | 0,01542                         |
| 80                | 0,02312                         |
| 90                | 0,02926                         |
| 100               | 0,03613                         |
| 110               | 0,04371                         |
| 120               | 0,05202                         |

Fonte: O autor

Como o a regulamentação prevê que para VANTs até 25kg a altura máxima de voo sem a necessidade de habilitação e licença é 120 metros, foi estabelecido este valor como altura máxima.

A partir destas áreas focais foi possível encontrar a capacidade de cobertura (CC) do DJI Phantom 3 Advanced em relação a sua altura e número de voos diários possíveis, conforme

Equação 6, que considera o número de áreas capturados por voo de acordo com a altura ( $n^{\circ}A$ ), número de voo diários (VD), número de dias uteis em 2015 em Maringá (DU) e área focal (AF).

$$CC = n^{\circ}A \times VD \times DU \times AF \quad (6)$$

O  $n^{\circ}A$  foi estimado conforme demonstra a Equação 7.

$$n^{\circ}A = \frac{TV}{D/V} \quad (7)$$

Onde, “TV” é o tempo de voo do modelo escolhido, e que foi fixado em 22 minutos, assim considerando 3 minutos para os tempos de decolagem e pouso do VANT. “D” é o diâmetro focal e “V” a velocidade de deslocamento, que foi fixada em 10 metros por segundo, mantendo assim melhor controle e segurança sobre o voo.

Outro fator importante é o número de voos diários possíveis, visto que, de acordo com o fabricante, o tempo de recarga da bateria do DJI Phantom 3 Advanced é de duas horas. As Equações 8 e 9, foram utilizada para estabelecer o número de voos diários possíveis.

$$f(X) = \frac{HS}{(XTV) + ((X - 1)TR) + (2XTD)} \quad (8)$$

$$X = 1,2,3,4$$

HS representa as horas de serviço diárias, equivalentes a oito horas mais uma hora de almoço, TR é o tempo de recarga da bateria, equivalente a duas horas, e TD é o tempo de deslocamento entre o local da utilização do VANT e a SSM.

Para ser possível o número de voos diários, o valor de  $f(X)$  deve obedecer a restrição representada pela Equação 9.

$$f(X) \geq 1 \quad (9)$$

É importante ressaltar que o tempo de deslocamento até a SSM para recarga da bateria, devido ao seu fator incerto, foi considerado uma constante equivalente a meia hora, visto que este depende de inúmeras variáveis, tais como, trânsito, distância, percurso e velocidade de deslocamento.

Os valores de  $f(X)$  estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 : Valores de f(X)

| n° de voos | TV(min) | TR(min) | TD(min) | HS(min) | f(X)    |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1          | 25      | 120     | 30      | 540     | 2,63415 |
| 2          |         |         |         |         | 1,31707 |
| 3          |         |         |         |         | 0,87805 |
| 4          |         |         |         |         | 0,65854 |

Fonte: O autor

Devido à restrição de f(X) ser maior ou igual a 1, podemos descartar a possibilidade de realização de 3 ou mais voos diários.

Assim, os valores encontrados para a capacidade de cobertura de acordo com o número de voos realizados por dia são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 : Área vistoriada por ano em relação a voos diários e altura

| Altura de voo (m) | Área vistoriada por ano (km <sup>2</sup> ) de acordo com o número de voos diários |         |
|-------------------|---|---------|
|                   | 1   | 2       |
| 10                | 55,55   | 111,09  |
| 15                | 83,32   | 166,64  |
| 20                | 110,91  | 221,82  |
| 25                | 138,87  | 277,73  |
| 30                | 166,64  | 333,28  |
| 35                | 193,62  | 387,24  |
| 40                | 221,10  | 442,20  |
| 50                | 277,73  | 555,46  |
| 60                | 331,65  | 663,30  |
| 70                | 362,43  | 724,87  |
| 80                | 439,31  | 878,62  |
| 90                | 497,48  | 994,95  |
| 100               | 550,94  | 1101,89 |
| 110               | 601,07  | 1202,14 |
| 120               | 663,30  | 1326,60 |

Fonte: O autor

Através destes valores que os custos do quilômetro quadrado é obtido, e assim o parâmetro de comparação entre VANT e ASA é estabelecido.

#### 4.5.3.4 Custos

Com as informações necessárias, foi possível a comparação entre VANT e ASA, onde, através do custo por quilômetro quadrado de ambos, a correlação entre homem e máquina foi estabelecida.

O Custo do quilômetro quadrado foi encontrado através da divisão do investimento necessário anual (I), pela capacidade de vistoria anual (CV), conforme Equação 10.

$$C = \frac{I}{CV} \quad (10)$$

Os valores encontrados de acordo com o número de voos diários foram dispostos nas Tabela 7 e 8, para melhor visualização e comparação.

**Tabela 7 : Comparação entre VANT e ASA com 1 voos diários**

|  | n° voos diários | VANT           | ASA       |
|--|-----------------|----------------|-----------|
| *Investido em 1 ano (R\$)                                  | 1               | 9.719,00       | 13.182,00 |
| *Treinamento (R\$)   |                 | 2.299,00       | -         |
| Área vistoria por ano (km <sup>2</sup> )                   |                 | 55,55 - 663,30 | 3,04      |
| custo do km <sup>2</sup> vistoriado (R\$/km <sup>2</sup> ) |                 | 18,12 - 216,35 | 4.336,18  |

**Tabela 8 : Comparação entre VANT e ASA com 2 voos diários**

|  | n° voos diários | VANT             | ASA       |
|--|-----------------|------------------|-----------|
| *Investido em 1 ano (R\$)                                  | 2               | 9.719,00         | 13.182,00 |
| *Treinamento (R\$)   |                 | 2.299,00         | -         |
| Área vistoria por ano (km <sup>2</sup> )                   |                 | 111,09 – 1326,60 | 3,04      |
| custo do km <sup>2</sup> vistoriado (R\$/km <sup>2</sup> ) |                 | 9,06 – 108,18    | 4.336,18  |

\*Estes valores representam somente a despesa no ano de aquisição do VANT.

Onde, o valor investido anualmente com a manutenção de um ASA equivale a multiplicação do valor do vencimento mensal declarado pela SSM (1014,00 reais) por 12 meses mais 1, equivalente ao décimo terceiro.

A área vistoriada anualmente (Aa) por um ASA, foi determinada conforme demonstrado na Equação 11.

$$Aa = \frac{(159,58 \times 4)}{210} \quad (11)$$

$$Aa = 3,04 \text{ km}^2$$

Como o PMCD conta com 210 ASAs, os quais realizam quatro ciclos de visitas diários por ano, totalizando 638,32 quilômetros quadrados, e lembrando que a área vistoriada por ciclo segue a divisão administrativa, isto é, 159,58 quilômetros quadrados, a área vistoriada por um ASA por ano é aproximadamente 3,04 quilômetros quadrados.

Outro fator a ser considerado é a terceirização, isto é, a locação de um VANT ao invés de se adquiri-lo, como ocorrido em Santos e Limeira. Em ambos casos, a locação ocorreu em forma de diária, ao custo de R\$1.000,00 por dia. Portanto para efeito de cálculos, o valor estipulado seguirá o noticiado para as duas cidade.

Para a obtenção dos custos de locação, foram necessárias as Equações 12, 13 e 14. A Equação 12, retorna a área vistoriada por dia (AVD), a Equação 13, retorna o número de dias necessários (n°DN) para vistoriar os 159,58 quilômetros quadrados, e a Equação 14, retorna o custo para vistoriar os 159,58 quilômetros quadrados.

$$AVD = n^{\circ}A \times AF \quad (12)$$

$$n^{\circ}DN = \frac{159,58}{AVD} \quad (13)$$

$$Custo = n^{\circ}DN \times 1000 \quad (14)$$

A Tabela 9 apresenta o custo da locação do VANT correspondente aos dias necessários para vistoriar toda a área da divisão administrativa.

**Tabela 9 : Custo de terceirização de VANT**

| Altura de Voo (m) | Área vistoriada por dia (Km <sup>2</sup> ) | n° de dias necessários para vistoriar 159,58 Km <sup>2</sup> | Custo (R\$) |
|-------------------|--|--|-------------|
| 10                | 0,22                                       | 719  | 719.000,00  |
| 15                | 0,33                                       | 479  | 479.000,00  |
| 20                | 0,44                                       | 360  | 360.000,00  |
| 25                | 0,56                                       | 288  | 288.000,00  |
| 30                | 0,67                                       | 240  | 240.000,00  |
| 35                | 0,77                                       | 206  | 206.000,00  |
| 40                | 0,88                                       | 181  | 181.000,00  |
| 50                | 1,11                                       | 144  | 144.000,00  |
| 60                | 1,33                                       | 121  | 121.000,00  |
| 70                | 1,45                                       | 111  | 111.000,00  |
| 80                | 1,76                                       | 91   | 91.000,00   |
| 90                | 1,99                                       | 81   | 81.000,00   |
| 100               | 2,20                                       | 73   | 73.000,00   |
| 110               | 2,40                                       | 67   | 67.000,00   |
| 120               | 2,65                                       | 61   | 61.000,00   |

Quando comparado ao custo de aquisição dos demais VANTs a opção de terceirização, exige um maior investimento, o que a torna economicamente menos atrativa que a aquisição, principalmente quando a configuração de voo é para voos de menor altitude. Portanto decidiu-se descartar esta opção.

Portanto, tendo como base o gasto em um ano com a aquisição de um VANT e com a manutenção e/ou contratação de um ASA, chegou-se aos custos por quilometro quadrado conforme as Tabelas 7 e 8 já demonstraram. Com uma capacidade de vistoriar anualmente de 55,55 a 1326,60 quilômetros quadrados, o que equivale de 18 a 436 ASAs, o VANT mostra-se economicamente atrativo, visto que, mesmo na sua configuração de voo, em que o quilometro quadrado se encontra em seu maior custo, o VANT é aproximadamente 20 vezes mais econômico que um ASA anualmente.

#### 4.5.4 *Payback*

É importante ressaltar que no cenário atual de 2015, o VANT não possui um valor que represente seu custo anual após sua aquisição, pois seus gastos serão referentes a manutenção, que depende do orçamento entregue pela empresa contratada, e substituição de peças, caso danificas.

Portanto, este *payback* se apoia na lógica da abordagem simples, e desta forma, considerará somente o valor investido na aquisição do VANT e treinamento do agente que será responsável por pilota-lo. Assim estabeleceu-se através dos custos por quilometro quadrado que o VANT pode executar, o tempo que o investimento terá seu retorno, visto que retorno de investimento para este caso é a economia com o barateamento do quilômetro quadrado vistoriado anualmente, e futuras contratações de novos ASAs.

Os tempos de *payback*, foram encontrados através da divisão entre o investimento necessário (I) e a economia no período (EP), seguido de uma multiplicação pelo número de dias úteis (DU) para o ano de 2015, conforme Equação 15. Na Equação 16 a base de cálculo foram os dias de um ano (DA), isto é, 365 dias.

$$Payback = \frac{I}{EP} \times DU \quad (15)$$

$$Payback = \frac{I}{EP} \times DA \quad (16)$$

A economia no período é representada pela diferença de custo (DC) por quilômetro quadrado anual, multiplicada pela equivalência econômica de um VANT em relação aos ASAs.

Como visto no tópico 4.5.3.4, um VANT é 20 vezes mais econômico que um ASA, e portanto é possível dizer que a proporção entre VANT e ASA é de 1 para 20 respectivamente. Porém é necessário alocar um ASA para pilotar o VANT, desta maneira, subtrai-se um ASA para a realização desta tarefa, com isso, podemos concluir que a proporção de VANT em relação aos ASAs é de 1 para 19.

Assim, a economia no período é representada pela Equação 17.

$$EP = DC \times 19 \quad (17)$$

Onde EP é a economia no período, DC a diferença de custo por quilômetro quadrado e 19 a relação ASA e VANT.

Através dos valores retornados pelas Equações 10, 15, 16 e 17, é possível estimar o tempo de *payback* de acordo com o número de voos. As Tabelas 10 e 11 apresentam os tempos de *payback* para a configuração de um voo diário, apresentando o menor e maior custo por quilômetro quadrado respectivamente.

**Tabela 10 : *Payback* menor custo por quilômetro quadrado a um voo diário**

|   | Período | n° de voos diários | VANT             | ASA       |
|---|---------|--------------------|------------------|-----------|
| Investimento (R\$)                              | 1 ano   | 1                  | 9.719,00         | 13.182,00 |
| Treinamento (R\$)                               |         |                    | 2.299,00         | -         |
| km <sup>2</sup> vistoriado                      |         |                    | 55,55            | 3,04      |
| custo do km <sup>2</sup> (R\$/Km <sup>2</sup> ) |         |                    | 216,35           | 4.336,18  |
| Diferença no custo do Km <sup>2</sup> (R\$)     |         |                    | 4.119,83         |           |
| Relação VANT x ASA                              |         |                    | 1 VANT = 19 ASAs |           |
| Economia (R\$)                                  |         |                    | 82.396,69        |           |
| Retorno do Investimento                         |         |                    |                  |           |

**Tabela 11 : *Payback* maior custo por quilômetro quadrado a um voo diário**

|   | Período | n° de voos diários | VANT             | ASA       |
|---|---------|--------------------|------------------|-----------|
| Investimento (R\$)                              | 1 ano   | 1                  | 9.719,00         | 13.182,00 |
| Treinamento (R\$)                               |         |                    | 2.299,00         | -         |
| km <sup>2</sup> vistoriado                      |         |                    | 663,30           | 3,04      |
| custo do km <sup>2</sup> (R\$/Km <sup>2</sup> ) |         |                    | 18,12            | 4.336,18  |
| Diferença no custo do Km <sup>2</sup> (R\$)     |         |                    | 4.318,06         |           |
| Relação VANT x ASA                              |         |                    | 1 VANT = 19 ASAs |           |
| Economia (R\$)                                  |         |                    | 86.361,23        |           |
| Retorno do Investimento                         |         |                    |                  |           |

As Tabelas 12 e 13 apresentam os valores obtidos e o tempo de *payback* para a configuração de dois voos diários, apresentando o menor e maior custo por quilômetro quadrado respectivamente.

**Tabela 12 : *Payback* menor custo por quilômetro quadrado a dois voos diários**

|   | Período | n° de voos diários | VANT             | ASA       |
|---|---------|--------------------|------------------|-----------|
| Investimento (R\$)                              | 1 ano   | 2                  | 9.719,00         | 13.182,00 |
| Treinamento (R\$)                               |         |                    | 2.299,00         | -         |
| km <sup>2</sup> vistoriado                      |         |                    | 111,09           | 3,04      |
| custo do km <sup>2</sup> (R\$/Km <sup>2</sup> ) |         |                    | 108,18           | 4.336,18  |
| Diferença no custo do Km <sup>2</sup> (R\$)     |         |                    | 4.228,00         |           |
| Relação VANT x ASA                              |         |                    | 1 VANT = 19 ASAs |           |
| Economia (R\$)                                  |         |                    | 84.559,95        |           |
| Retorno do Investimento                         |         |                    |                  |           |

**Tabela 13 : *Payback* maior custo por quilômetro quadrado a dois voos diários**

|   | Período | n° de voos diários | VANT             | ASA       |
|---|---------|--------------------|------------------|-----------|
| Investimento (R\$)                              | 1 ano   | 2                  | 9.719,00         | 13.182,00 |
| Treinamento (R\$)                               |         |                    | 2.299,00         | -         |
| km <sup>2</sup> vistoriado                      |         |                    | 1326,60          | 3,04      |
| custo do km <sup>2</sup> (R\$/Km <sup>2</sup> ) |         |                    | 9,06             | 4.336,18  |
| Diferença no custo do Km <sup>2</sup> (R\$)     |         |                    | 4.327,12         |           |
| Relação VANT x ASA                              |         |                    | 1 VANT = 19 ASAs |           |
| Economia (R\$)                                  |         |                    | 86.542,42        |           |
| Retorno do Investimento                         |         |                    |                  |           |

Analisando os valores encontrados, é possível perceber que todos tempos de retornos estão próximos independente da configuração de voo.

Assim, através de um investimento de R\$ 12.018,00, gerando uma economia anual entre R\$ 82.396,69 a R\$ 86.542,42, o tempo de retorno do investimento na aquisição do DJI Phantom 3 Advanced e treinamento de um operador, é de aproximadamente 36 dias úteis ou 52 dias corridos, equivalentes a aproximadamente 2 meses. Este resultado comprova que a aquisição de um VANT é viável, visto que a obtenção de um VANT, do modelo selecionado, juntamente com o treinamento de 1 ASA, representa, em quilometro quadrado vistoriado anualmente, o equivalente a 19 ASAs.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos estabelecidos para este estudo, uma avaliação da logística de controle da dengue no município de Maringá foi realizada, onde através desta, foi entendido como o processo de controle da dengue é executado. A partir deste entendimento, foi possível a realização de um mapeamento do processo operacional, por meio de acompanhamento a campo do agentes, uma vez que este mapeamento não estava definido pela SSM.

Através dos acompanhamentos realizados junto aos agentes em campo, foi identificado locais de difícil acesso, bem como locais que oferecem risco a saúde dos agentes, e assim, identificando possíveis utilizações do VANT como uma ferramenta de auxílio ao agente no controle da dengue.

Após os estudos sobre a utilização do VANT no controle da dengue, foi levantado quais as restrições operacionais relevantes frente aos aspectos legais da utilização do VANT no espaço aéreo civil, e a partir destes selecionados os modelos de VANT que se adequaram ao propósito de utilização como uma ferramenta de auxílio na busca por focos em potencial de criadouros do mosquito transmissor da dengue.

Por fim, uma análise econômica quanto a utilização do VANT no processo de controle da dengue foi realizada, através da comparação entre os custos por quilômetro quadrado vistoriado anualmente pelos ASAs e VANT. Onde é possível concluir que, devido seu baixo custo por quilômetro quadrado vistoriado, a aquisição de um VANT juntamente com o treinamento de um ASA é economicamente atrativa, isto é, a aquisição de um VANT como uma ferramenta de auxílio ao ASA no controle da dengue no município de Maringá é viável.

### 5.1 Dificuldades e Limitações

Apesar de ser um tema moderno, a utilização de VANTs, que não sejam para fins recreativos ou militares, ainda é pouco explorada pela comunidade científica, conforme foi constatada na etapa de revisão bibliográfica.

Além, da escassa literatura, foi somente em setembro de 2015, que a ANAC enviou para audiência pública as regulamentações para a utilização de VANTs no espaço aéreo civil brasileiro.

Outra dificuldade enfrentada, foi encontrar uma forma de comparação entre VANTs e ASAs, visto que para a realização deste estudo, não se encontrava disponível um VANT para a realização de testes.

## **5.2 Proposta de trabalhos futuros**

Para avaliar os benefícios da utilização de um VANT como uma ferramenta de auxílio no controle da dengue, é importante a realização de testes práticos a fim de coletar dados acerca das melhorias que este pode trazer.

A partir destes testes, é possível buscar por meio de simulações virtuais, melhores métodos logísticos para que o processo atual de controle da dengue no município de Maringá se torne mais eficiente, e assim trazendo benefícios sociais e econômicos, através a redução do custo do combate à doença, para o município.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DA AVIAÇÃO CIVIL. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial N° 94**. Brasília, 2015. Disponível em <http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/2015/aud13/anexoI.pdf>, <acesso em 10/2015>

BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. **Logística empresarial : O processo de integração da cadeia de suprimento**. 1. ed. São Paulo : Atlas, 2010.

BRUNI, A. L.; FONSECA, Y. D. **Técnicas de Avaliação de Investimentos: uma breve revisão da literatura**. Cadernos de Análise Regional , v.1, p.40 - 64, 2003.

CAMPBELL, L. P., LUTHER, C., MOO-LLANES, D., RAMSEY, J. M., DANIS-LOZANO, R., PETERSON, A. T. **Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors**. Phil. Trans. R. Soc. B 370: 20140135, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0135>, <acesso em 10/2015>

CAVALCANTE, J. P. **Novo sistema de controle da dengue será implantado em Alto Alegre**. Diário do Congresso, 2013. Disponível em <http://diariodocongresso.com.br/novo/2013/03/novo-sistema-de-controle-da-dengue-sera-implantado-em-alto-alegre/>, <acesso em 10/2015>

CAYRES, F., **Controle mais eficiente para Veículos Aéreos Não Tripulados**. 2013. Disponível em <http://www5.usp.br/28375>, <acesso em 04/2015>

CENTRO ESTADUAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, SISPNCD: Sistema do programa nacional de controle da dengue. Boletim Informativo PEVAa N° 3, **SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE**, 2013. Disponível em [http://www.saude.rs.gov.br/upload/1381776114\\_Boletim%20no%203%20PEVAa%20-%20SETEMBRO-OUTUBRO%202013.pdf](http://www.saude.rs.gov.br/upload/1381776114_Boletim%20no%203%20PEVAa%20-%20SETEMBRO-OUTUBRO%202013.pdf), <acesso em 10/2015>

COISSI, J. ALVES JR. G. **Cidades usam drones para localizar criadouros do mosquito da dengue**. A Folha de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/02/1585260-cidades-usam-drones-para-localizar-criadouros-do-mosquito-da-dengue.shtml>. <acesso em 06/2015>

Dengue and severe dengue. Fact sheet N° 117, **WORLD HEALTH ORGANIZATION**, 2015. Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>, <acesso em 11/2015>

Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**/Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília, 2009.

GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUZMAN, M. G., HARRIS, E. **Dengue**. Lancet Jan/2015; vol. 385: p. 453-65, 2015. Disponível em [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60572-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60572-9), <acesso em 11/2015>

HANGAR360, **VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado**. Campinas, 2010. Disponível em <http://www.hangar360.com.br/>, <acesso em 04/2015>

LARSON, R. C., ODoni, A.R. **Urban operations research**. first published by Prentice-Hall, NJ, © 1981. Massachusetts Institute of Technology © 1997 – 1999. Disponível em [http://web.mit.edu/urban\\_or\\_book/www/book/index.html](http://web.mit.edu/urban_or_book/www/book/index.html), <acesso em 11/2015>

Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* – LIRAA – para Vigilância Entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil: Metodologia para Avaliação dos Índices de Breteau e Predial e tipo de Recipientes. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**, Brasília, 2013. Disponível em [http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_liraa\\_2013.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_liraa_2013.pdf), <acesso 10/2015>

Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti* LIRAA, **MINISTÉRIO DA SAÚDE**, 2008. Disponível em [http://www.dengue.org.br/dengue\\_levantamento\\_municipios.pdf](http://www.dengue.org.br/dengue_levantamento_municipios.pdf), <acesso em 09/2015>

MENDONÇA, H. Samarco é suspensa em região do desastre, onde 8 corpos foram achados. **EL PAÍS**, 2015. Disponível em [http://brasil.elpais.com/brasil/2015/11/09/politica/1447088169\\_972318.html](http://brasil.elpais.com/brasil/2015/11/09/politica/1447088169_972318.html), <acesso em 11/2015>

PEREIRA, A. R. **Controladores robustos com interpolação de ganhos via lógica difusa – aplicação em veículos autônomos não tripulados**. Dissertação de mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2001.

PORTAL DA SAÚDE. Dengue. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**, 2015 Disponível em <http://portalsaude.saude.gov.br/>, <acesso em 04/2015>

PORTAL GEOMARINGÁ. Saúde(LIRA). **PREFEITURA DE MARINGÁ**, 2015. Disponível em <http://geoproc.maringa.pr.gov.br:8090/PORTALCIDADAO/>, <acesso 11/2015>

PORTAL SAÚDE MARINGÁ, Combate à dengue. **SECRETARIA DE SAÚDE DE MARINGÁ**, 2015. Disponível em <http://www2.maringa.pr.gov.br/saude/?cod=combate-dengue>, <acesso em 10/2015>

PRATES, I. **ANAC apresenta regulamento sobre drones ou VANT**. MundoGEO, 2015. Disponível em <http://mundogeo.com/blog/2015/07/15/a-anac-apresenta-regulamento-sobre-drones-ou-vant/>, <acesso em 11/2015>

RIBEIRO, B. Resgate em Mariana usa até drone; lama atrapalha trabalho. **O ESTADO DE SÃO PAULO**, 2015. Disponível em <http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,lama-atrasa-resgate-em-mariana--que-usa-ate-drone,10000001367>, <acesso em 11/2015>

SATO, L. H. **Análise de viabilidade de investimento: projeto de irrigação na região oeste da Bahia estudo de caso – culturas de soja e milho**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

**SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE MARINGÁ**, 4ª LIRAA 2013. 2013. Disponível em <http://www2.maringa.pr.gov.br/site/>, <acesso em 05/2015>

**SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE MARINGÁ**, 4ª LIRAa 2014. 2014. Disponível em <http://www2.maringa.pr.gov.br/site/>, <acesso em 05/2015>

SIMMONS, C. P., FARRAR, J. J., CHAU, N. V., WILLS, B. **Current concepts: Dengue**. The New England Journal of Medicine, vol. 366: 1423-32, Massachusetts Medical Society, 2012. Disponível em <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra1110265>, <acesso 10/2015>

SUZUKI, N. K. G. **Proposta de uma arquitetura de controle híbrida fuzzy-pid para a realização de manobras em VANTs**. Dissertação de mestrado, Universidade do Vale do Itajaí, São José, 2009.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005 – 2030, **DEPARTMENT OF DEFENSE – UNITED STATES OF AMERICA**, 2005. Disponível em [https://fas.org/irp/program/collect/uav\\_roadmap2005.pdf](https://fas.org/irp/program/collect/uav_roadmap2005.pdf), <acesso em 09/2015>

WEBREDACTIE COMMUNICATION. **TU Delft's ambulance drone drastically increases chances of survival of cardiac arrest patients**. Delft University of Technology, Delft, Holanda, 2014.

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**