

RELATÓRIO ANALÍTICO DA INCIDÊNCIA DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO REGISTRADOS NA ILHA DE SÃO LUIS.



“Alienam vitam et bona salvare”

1- INTRODUÇÃO

O presente Relatório tem como objetivo realizar uma análise nas ocorrências de incêndio em vegetação registradas pelo CIOPS e destinadas ao Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão na ilha São Luís no período correspondente ao 1º de janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2018 e, desta forma, apresentar aos Órgãos de Segurança Pública um instrumento de embasamento nas estratégias destinadas a minimizar os transtornos causados pelas ocorrências de incêndio em vegetação.

2- METODOLOGIA APLICADA

São consideradas neste Relatório as informações disponibilizadas pelo CIOPS através de planilhas que são acessadas na intranet da Secretaria de Segurança Pública do Estado do Maranhão, tais planilhas passam por um tratamento em que são filtradas as informações úteis e acrescentadas outras pertinentes, como exemplo, as coordenadas dos centroides dos bairros.

A partir das planilhas são extraídas métricas estatísticas que integram ferramentas matemáticas tais ferramentas embasam modelos de comparação e inferência, dentre as métricas utilizadas temos, média aritmética e desvio padrão. Quanto às ferramentas temos o método interquartis para identificação de outliers, método do valor modificado de Thompson para identificação de outliers e a distribuição de probabilidade de Poisson.

As ocorrências são georreferenciadas através das coordenadas correspondentes um ponto do bairro onde aconteceram, em seguida é gerado um arquivo do tipo shapefile, este é carregado no software QGIS, em que os hot spots são gerados, estes possibilitam a realização de análises quanto à dinâmica de espalhamento das ocorrências.

Vale ressaltar que a disposição das informações referentes a quantitativos estão sempre classificadas na ordem da maior para a menor e as quantidades iguais se classificam por ordem alfabética, sendo informados os dados mensais e o somatório total das ocorrências de incêndio em vegetação atendidas pelo CBMMA na Região Metropolitana da Grande São Luís no período acima mencionado.

Os dados apresentados abaixo expressam os quantitativos totais da incidência da ocorrência de incêndio em vegetação registradas pelo CIOPS, ano a ano, no quinquênio 2014 a 2018. Iniciaremos esse trabalho trazendo alguns entendimentos acerca destes quantitativos e seus respectivos períodos de registro.

| Quinquênio 2014 - 2018 | Ano 2014 | Ano 2015 | Ano 2016 | Ano 2017 | Ano 2018 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Quantitativos anuais de registros a incêndio em vegetação | 1585 | 2791 | 2843 | 1534 | 1446 |

Quadro 01 - quantitativos anuais de registros de incêndio em vegetação - 2014 a 2018 incêndio em vegetação.

Fonte: Ciops.

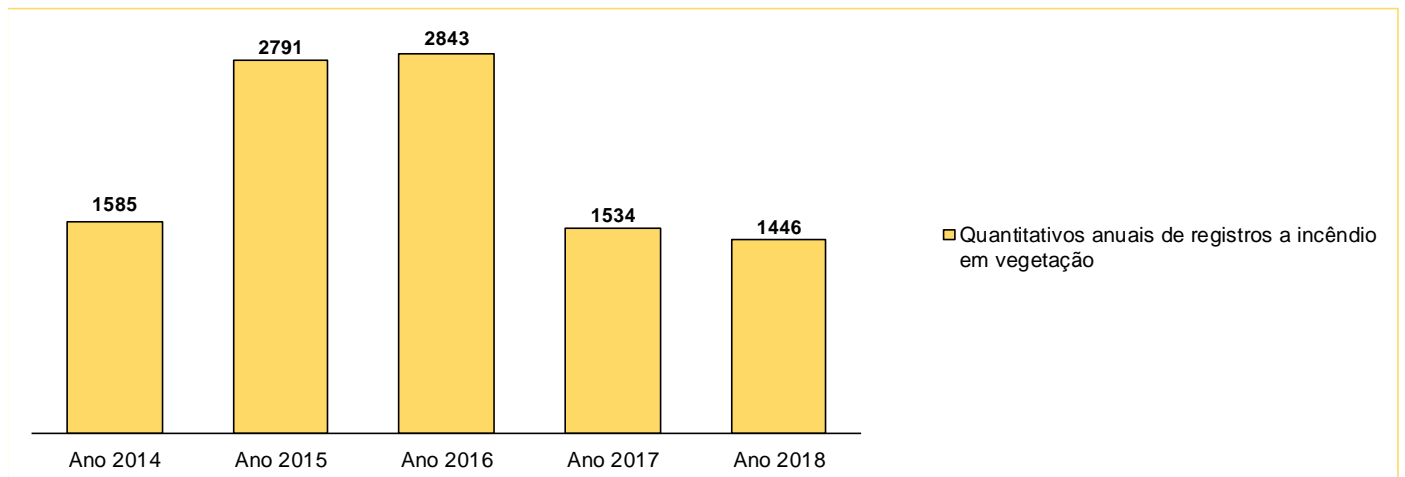


Gráfico 01 - quantitativos anuais de registros de incêndio em vegetação - 2014 a 2018 incêndio em vegetação.

Fonte: Ciops.

A representação gráfica da tabela acima mostra a dinâmica apresentada pelas ocorrências incêndio em vegetação no quinquênio 2014 e 2018. Notamos um crescimento acentuado no intervalo de 2014 a 2015, certa estabilização na comparação entre 2015 e 2016 e, por fim, um decréscimo acentuado na comparação dos valores correspondentes a 2016 e 2017 e por fim uma estabilização em 2018.

Contudo, esta série temporal apresentada desta forma macro, ano a ano, não traz informações relevantes, uma vez que não temos como determinar nenhum padrão comportamental.

Seguiremos trabalhando com esses dados, contudo faremos o fracionamento do montante relativo a cada ano, nos meses do ano correspondente. Apresentaremos a seguir esses cinco grupos de dados na forma de tabelas acompanhadas de seus respectivos gráficos.

| Ano 2014 | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Registros mensais para incêndio em vegetação | 32 | 4 | 3 | 6 | 1 | 8 | 38 | 188 | 331 | 290 | 313 | 342 |

Quadro 02 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2014.

Fonte: CIOPS.

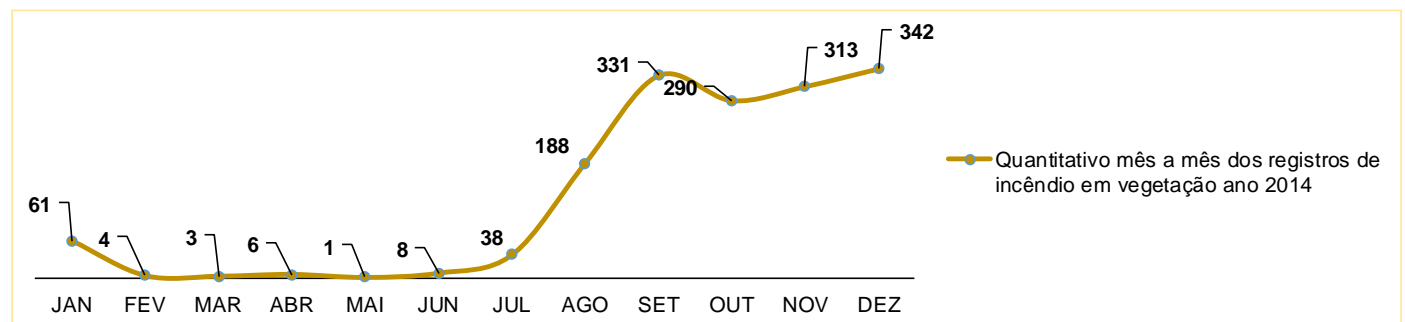


Gráfico 02 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2014.

Fonte: Ciops.

| Ano 2015 | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Registros mensais para incêndio em vegetação | 235 | 64 | 15 | 6 | 8 | 18 | 50 | 253 | 525 | 625 | 514 | 478 |

Quadro 03 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2015.

Fonte: Ciops.

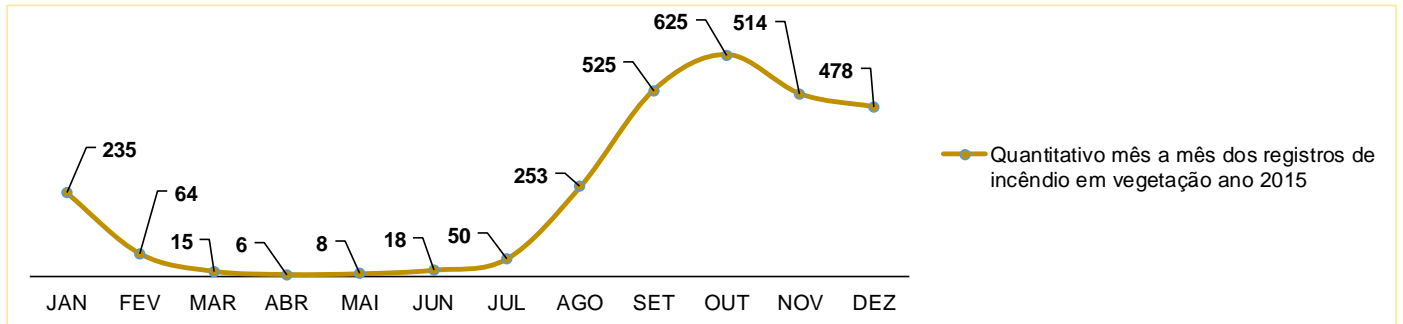


Gráfico 03 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2015.

Fonte: Ciops.

| Ano 2016 | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Registros mensais para incêndio em vegetação | 89 | 29 | 16 | 21 | 28 | 40 | 75 | 353 | 607 | 677 | 592 | 316 |

Quadro 04 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2016.

Fonte: CIOPS.

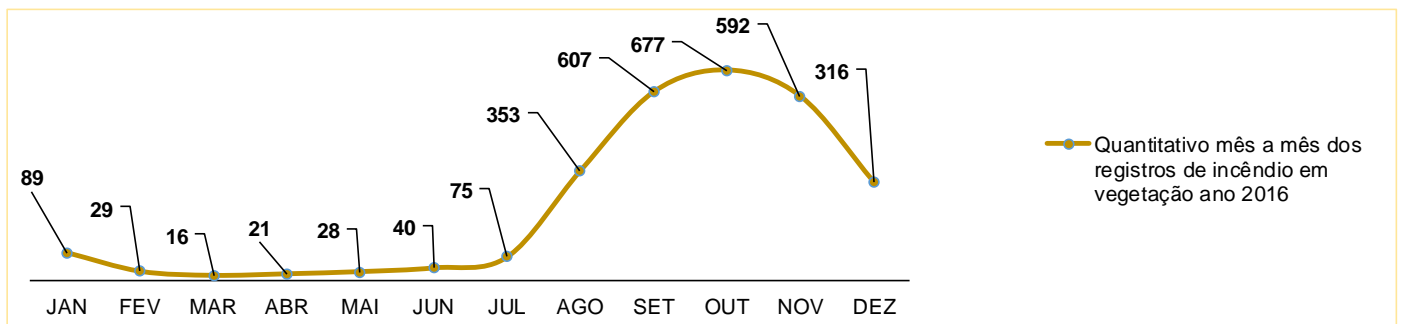


Gráfico 04 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2016.

Fonte: Ciops.

| Ano 2017 | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Registros mensais para incêndio em vegetação | 32 | 5 | 5 | 4 | 20 | 24 | 39 | 151 | 411 | 424 | 225 | 194 |

Quadro 05 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2017.

Fonte: Ciops.

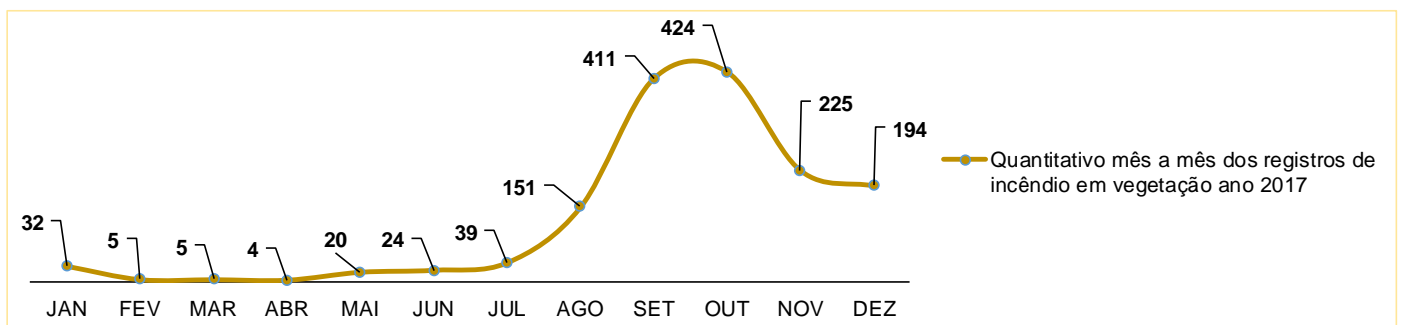


Gráfico 05 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2017.

Fonte: Ciops.

| Ano 2018 | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Registros mensais para incêndio em vegetação | 57 | 4 | 15 | 4 | 3 | 18 | 29 | 119 | 420 | 359 | 405 | 13 |

Quadro 06 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2018.

Fonte: CIOPS.

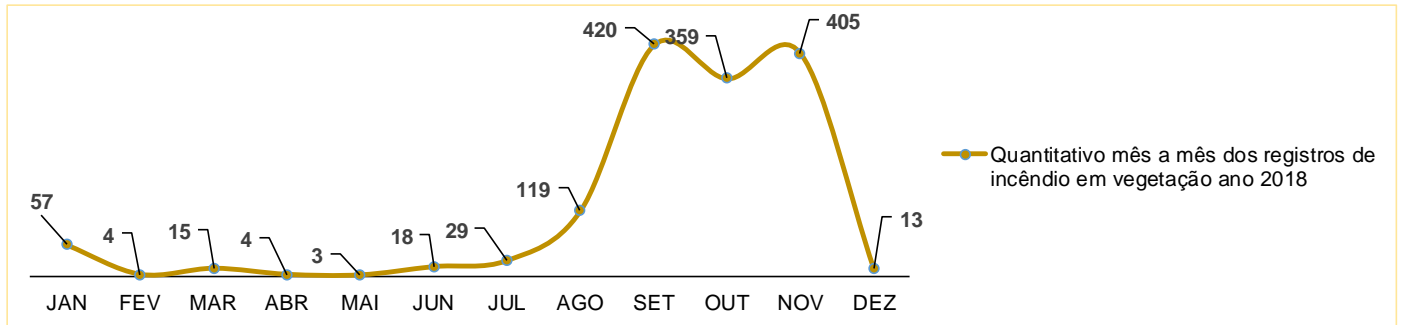


Gráfico 06 - quantitativo mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo a 2018.

Fonte: CIOPS.

Ao analisarmos os valores referentes a cada mês, ano a ano, podemos notar que os gráficos apresentam um padrão, no período compreendido entre janeiro e abril apresentam uma diminuição dos registros, de abril a julho ascensão gradual, entre julho e outubro temos um acréscimo acentuado e, por fim, no último período temos a redução dos registros. Esse padrão comportamental apresentado nos gráficos representa a sazonalidade desta ocorrência, ou seja, existe um elemento cujo comportamento tem relação como os meses do ano e que de alguma forma esse elemento está associado à ascensão e queda dos valores, uma vez que este se repete ao longo dos 12 meses do ano.

O padrão apresentado acima pode ser representado na forma de média aritmética, também conhecida como esperança matemática, esta medida estatística integrante do grupo das medidas de posição associa uma série de dados relativos a um fenômeno a um único número que pode ser usado em modelos de inferências, tais como distribuição de Poisson e regressão linear. A seguir, temos a tabela e a representação gráfica dos valores médios, mês a mês, obtidos a partir dos dados apresentados.

| Quinquênio - 2014 a 2018 | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Média dos registros mensais de incêndio em vegetação | 95 | 21 | 11 | 8 | 12 | 22 | 46 | 213 | 459 | 475 | 410 | 269 |

Quadro 07 - média mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo ao quinquênio 2014 - 2018.

Fonte: CIOPS.

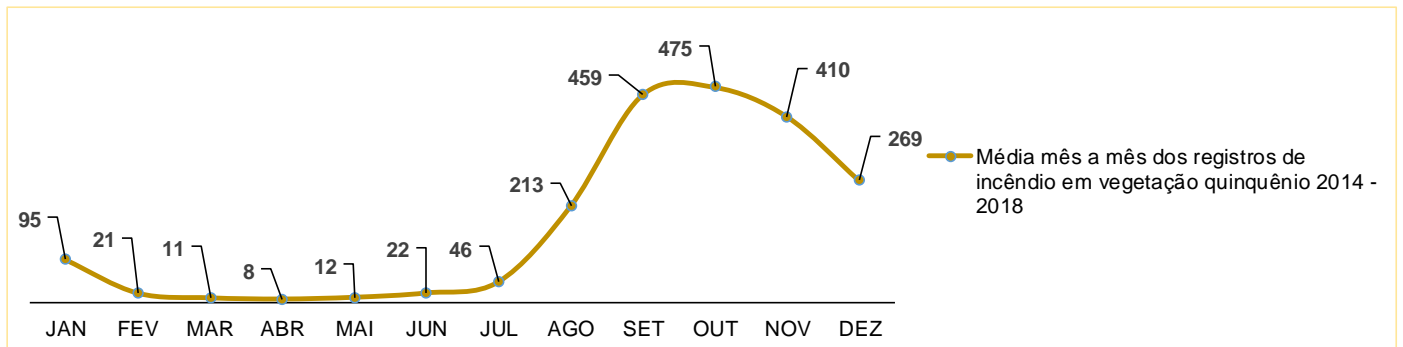


Gráfico 07 - média mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo ao quinquênio 2014 - 2018.

Fonte: Ciops.

As médias apresentadas acima estão em estado bruto, elas devem ser submetidas a técnicas para identificação e tratamentos de possíveis outliers, valores destoantes em conjuntos de dados, este tratamento visa potencializar a precisão dos modelos de previsão. Outra métrica da qual faremos uso é o desvio padrão, esta métrica expressa o quanto um conjunto de dados flutua em torno da média, apresentaremos agora as médias mensais da ocorrência de incêndio em vegetação, após o tratamento, e seus respectivos desvios padrões.

| Quinquênio - 2014 a 2018 | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Média dos registros mensais de incêndio em vegetação. | 60 | 11 | 11 | 5 | 12 | 22 | 39 | 213 | 459 | 475 | 410 | 269 |
| Desvio padrão dos dados. | 23 | 12 | 6 | 1 | 12 | 12 | 9 | 93 | 108 | 169 | 148 | 175 |

Quadro 08 - média e desvio padrão dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo ao quinquênio 2014 - 2018 (tratada para outliers).

Fonte: UEAC/SSPMA.

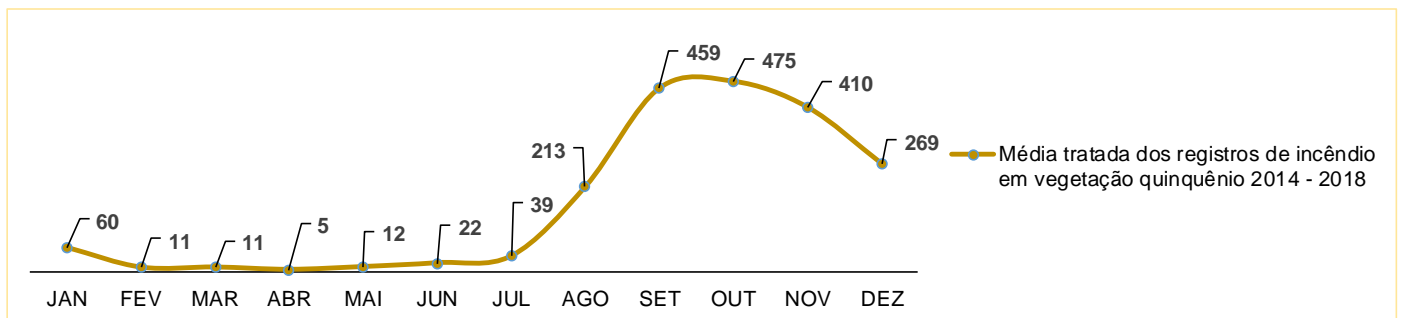


Gráfico 08 - média mês a mês dos registros das ocorrências de incêndio em vegetação relativo ao quinquênio 2014 - 2018 (tratada para outliers).

Fonte: UEAC/SSPMA.

Os dados apresentados até agora trazem entendimentos acerca da distribuição mês a mês dos registros de incêndio em vegetação, faremos agora uma análise do comportamento dos montantes, referente a este tipo de ocorrência, ao longo do dia, assim entenderemos as relações existentes entre nossa ocorrência de interesse e os turnos, madrugada, manhã, tarde e noite ao longo do ano. apresentaremos a seguir a tabelas e os gráficos que expressão essas relações.

| Dados Selecionados | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 01 - Valores absolutos dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da madrugada. | 38 | 7 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 46 | 78 | 121 | 104 | 85 |
| 02 - Valores absolutos dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da manhã. | 105 | 21 | 8 | 10 | 11 | 22 | 53 | 242 | 524 | 604 | 509 | 299 |
| 03 -Valores absolutos dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da tarde. | 182 | 45 | 20 | 16 | 22 | 48 | 98 | 521 | 1151 | 1063 | 880 | 560 |
| 04 - Valores absolutos dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da noite. | 149 | 33 | 24 | 12 | 23 | 33 | 77 | 255 | 541 | 587 | 556 | 399 |

Quadro 09 - Acumulados mês a mês dos registros de incêndio em vegetação referente ao quinquênio 2014-2018 separados por turno do dia.

Fonte:CIOPS.

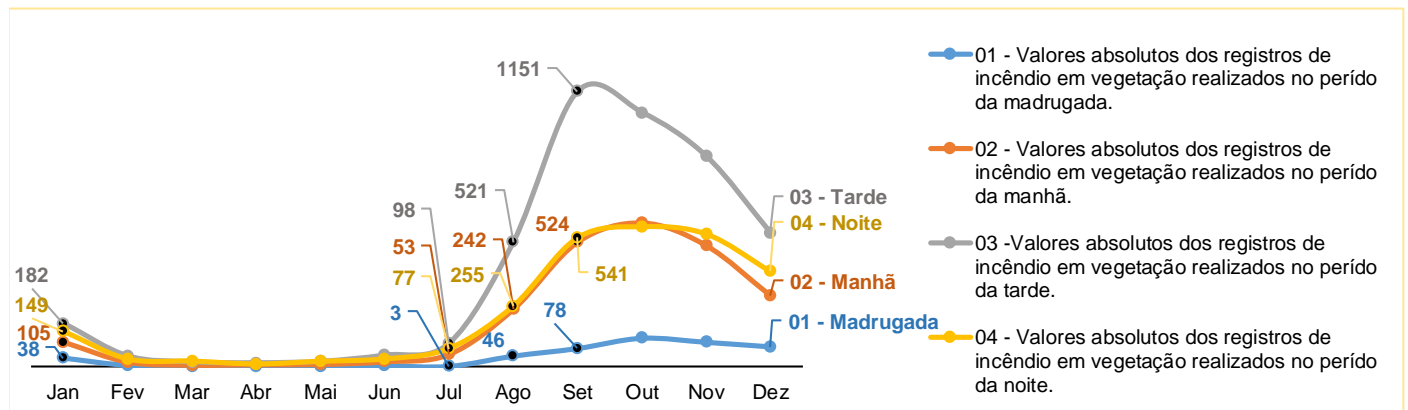


Gráfico 09 - Acumulados mês a mês dos registros de incêndio em vegetação referente ao quinquênio 2014-2018 separados por turno do dia.

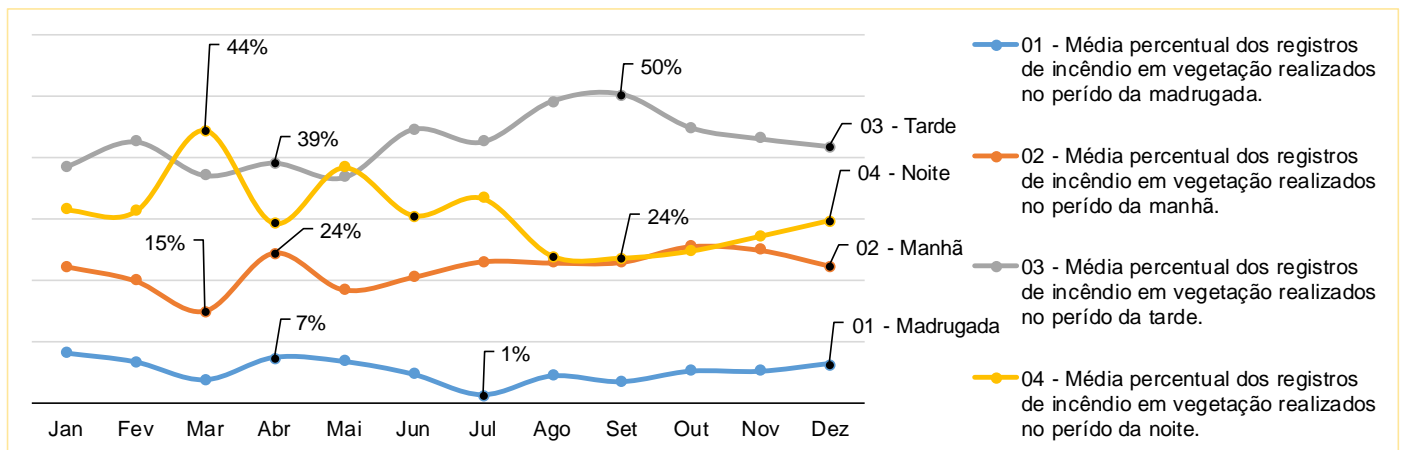
Fonte:CIOPS.

O quadro acima apresenta os valores relativos aos registros de incêndio em vegetação, podemos fazer duas análises, considerando os dados em linha temos o comportamento dos registros de cada turno ao longo do ano, lendo as colunas temos o comportamento dos registros ao longo do dia, o gráfico acima ilustra a primeira análise, onde novamente temos o padrão já conhecido, em que os registros sofrem um acréscimo acentuado a partir de agosto, contudo, é pertinente pontuar as particularidades dos comportamentos apresentados por cada turno diante da influência das variáveis que determinam o padrão já mencionado, podemos observar que o turno da tarde é o mais sensível, os turnos noite e manhã guardam uma certa identidade e por fim o turno da madrugada é o menos sensível permanecendo quase que inalterado. Apresentaremos abaixo a tabela e o gráfico que permitem as análises com base nas colunas.

| Dados Selecionados | Jan | Feb | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 01 - Percentual mês a mês dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da madrugada. | 8,0% | 6,6% | 3,7% | 7,3% | 6,7% | 4,6% | 1,3% | 4,3% | 3,4% | 5,1% | 5,1% | 6,3% |
| 02 - Média percentual dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da manhã. | 22,2% | 19,8% | 14,8% | 24,4% | 18,3% | 20,4% | 22,9% | 22,7% | 22,8% | 25,4% | 24,8% | 22,3% |
| 03 - Média percentual dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da tarde. | 38,4% | 42,5% | 37,0% | 39,0% | 36,7% | 44,4% | 42,4% | 49,0% | 50,2% | 44,8% | 42,9% | 41,7% |
| 04 - Média percentual dos registros de incêndio em vegetação realizados no período da noite. | 31,4% | 31,1% | 44,4% | 29,3% | 38,3% | 30,6% | 33,3% | 24,0% | 23,6% | 24,7% | 27,1% | 29,7% |

Quadro 10 - Percentual mensal dos registros de incêndio em vegetação distribuídos por turno do dia.

Fonte: UEAC/SSPMA.



Quadro 10 - Percentual mensal dos registros de incêndio em vegetação distribuídos por turno do dia.

Fonte: UEAC/SSPMA.

O quadro acima trás os valores percentuais pertencentes a cada turno relativos ao montante diário dos registros de incêndio em vegetação, o gráfico ilustra o comportamento desses percentuais ao longo dos meses, podemos observar que o turno da madrugada apresenta pouca alteração e o demais apresentam oscilações onde podemos pontuar o momento de proximidade entre os valores relativos ao turno da noite e tarde e em seguida a aproximação entre os valores do turno da manhã e noite e o afastamento do turno da tarde, que chega a acumular metade de todo os registros. Abaixo temos as médias percentuais e os respectivos desvios padrões correspondentes a cada turno.

| Dados Selecionados | Média por turno | Desvio padrão em pontos percentuais |
|--|-----------------|-------------------------------------|
| 01 - Média percentual de atendimentos no turno da madrugada. | 5% | 2% |
| 02 - Média percentual de atendimentos no turno da manhã. | 24% | 3% |
| 03 - Média percentual de atendimentos no turno da tarde. | 45% | 4% |
| 04 - Média percentual de atendimentos no turno da noite. | 26% | 6% |

Quadro 11 - Médias percentuais e desvio padrão dos atendimentos de incêndio em vegetação distribuídas por turno.

Fonte: UEAC/SSPMA.

Vamos fechar essa primeira parte onde apresentamos os padrões comportamentais da incidência de incêndio em vegetação a longo do ano e ao longo do dia, contudo, é pertinente a pergunta: quais são as variáveis que atuam com determinantes neste sistema?

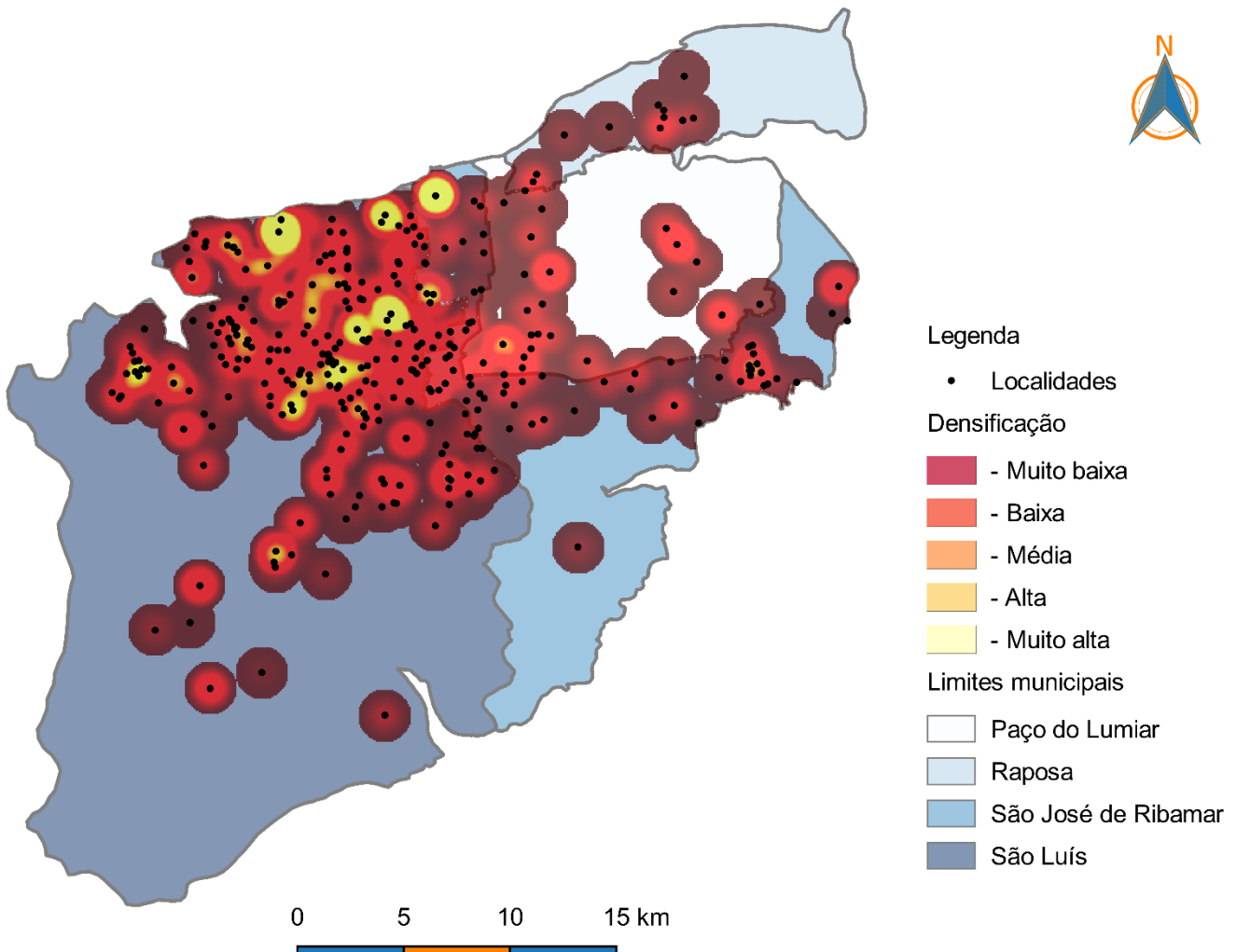
É fato conhecido que fatores climáticos como precipitação pluviométrica, temperatura máxima, umidade relativa, dentre outros guardam relações próximas com a incidência de incêndio em vegetação.

Dentre os elementos do clima, os mais importantes em relação à ocorrência ou não de incêndios florestais são a radiação (nebulosidade), umidade relativa do ar, a temperatura e pressão atmosférica, além da pluviosidade. (Stevan de Camargo Correia, 2007).

Um estudo acerca da influência dessas variáveis sobre os valores referentes a incêndio em vegetação na ilha de São Luís, e a integração dessas ao NDVI (Índice vegetativo da diferença normalizada) em modelos de previsibilidade de incêndio em vegetação constitui em o cerne de um trabalho em desenvolvimento a ser apresentado posteriormente.

Já temos entendimento da dinâmica das ocorrências de incêndio em vegetação ao longo do ano e ao longo do dia, assim podemos intuir em que meses do ano e em que período do dia temos mais incidências desta ocorrência. Daremos início agora à análise de onde este evento ocorre e onde ele é mais frequente.

Apresentaremos a seguir um mapa com as 514 localidades que demandaram pelo menos uma ocorrência de incêndio em vegetação no quinquênio 2014-2018, a seguir o ranking das 37 localidades mais atendidas.



Mapa 01 - Localidades com pelo menos um registro de incêndio em vegetação no período 2014-2018
Fonte: UEAC/SSPMA

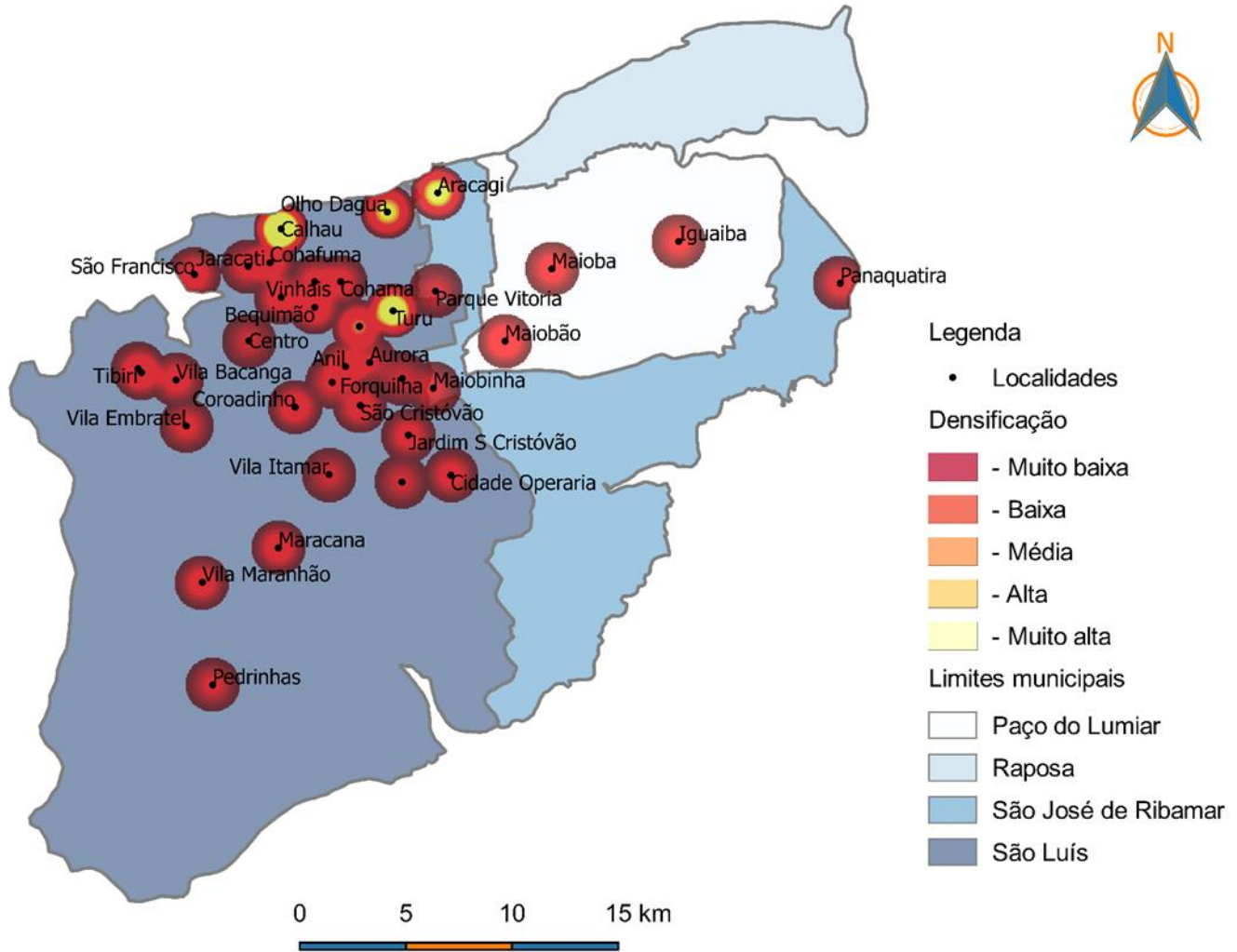
O mapa de calor da incidência de incêndio em vegetação demonstra o espalhamento dessas ocorrências ao longo da ilha de São Luís, com destaque para as zonas críticas, em amarelo, onde temos as localidades com maior número de registro no período em estudo, abaixo temos essas 37 localidades em destaque.

| Localidades | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Total |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Calhau | 44 | 5 | 3 | 2 | 9 | 7 | 15 | 91 | 132 | 133 | 110 | 90 | 641 |
| Turu | 18 | 7 | 1 | 2 | 5 | 1 | 10 | 54 | 110 | 78 | 102 | 48 | 436 |
| Araçagi | 22 | 5 | | | | 2 | 9 | 30 | 69 | 66 | 40 | 50 | 293 |
| Olho d'água | 13 | 2 | 1 | 1 | 1 | 7 | 5 | 26 | 73 | 67 | 61 | 25 | 282 |
| Angelim | 5 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 6 | 23 | 50 | 49 | 43 | 25 | 207 |
| Maiobão | 6 | 1 | 2 | | | 3 | 4 | 13 | 32 | 33 | 24 | 21 | 139 |
| Bequimão | 6 | 1 | | 1 | | 5 | 2 | 12 | 33 | 39 | 25 | 15 | 139 |
| Anil | 3 | 1 | | 1 | 2 | 3 | 2 | 15 | 27 | 27 | 28 | 22 | 131 |
| Cohafuma | 6 | 1 | 3 | 1 | | | 2 | 17 | 19 | 31 | 19 | 25 | 124 |
| Coroadinho | 6 | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 | 8 | 9 | 17 | 29 | 21 | 18 | 120 |
| Recanto vinhais | 3 | | | 2 | | 4 | 4 | 14 | 33 | 25 | 22 | 12 | 119 |
| Araçagy | 1 | | 1 | | 1 | | | 14 | 26 | 34 | 33 | 9 | 119 |
| Maracanã | 6 | 1 | | | 1 | 1 | 2 | 7 | 29 | 26 | 30 | 15 | 118 |
| São Francisco | 12 | 4 | 4 | 1 | | 2 | 2 | 13 | 15 | 19 | 15 | 27 | 114 |
| São Cristóvão | 11 | 3 | 3 | 1 | | 4 | 3 | 3 | 18 | 28 | 32 | 6 | 112 |
| V. Maranhão | 3 | | | | | | 1 | 14 | 17 | 41 | 17 | 16 | 109 |
| Anjo da guarda | 5 | 4 | | | | 3 | 5 | 15 | 22 | 25 | 16 | 14 | 109 |
| Bacanga | 9 | 1 | 2 | | | | 1 | 5 | 27 | 28 | 22 | 12 | 107 |
| Maioba | 2 | 1 | | | 1 | 2 | 4 | 7 | 32 | 21 | 18 | 15 | 103 |
| Cidade Operária | 2 | 1 | | 2 | 4 | 1 | 4 | 12 | 15 | 18 | 27 | 16 | 102 |
| Panaquatira | 1 | | | | | | 2 | 14 | 31 | 28 | 16 | 8 | 100 |
| Jardim S Cristóvão | 8 | 1 | | 1 | | 2 | 3 | 10 | 19 | 26 | 19 | 11 | 100 |
| Cohama | 4 | | | 1 | | | 2 | 10 | 29 | 25 | 18 | 11 | 100 |
| Vinhais | 5 | 1 | 1 | | | 1 | 2 | 6 | 23 | 16 | 33 | 8 | 96 |
| Jaracati | 10 | 1 | 2 | | | 1 | 2 | 13 | 22 | 18 | 18 | 4 | 91 |
| Vila Embratel | 3 | | 1 | | | 1 | | 3 | 15 | 26 | 19 | 21 | 89 |
| Santo Antônio | | | | | | 1 | 4 | 16 | 24 | 20 | 16 | 8 | 89 |
| Iguaiba | 5 | | | | | | 3 | 7 | 25 | 16 | 17 | 13 | 86 |
| Pedrinhas | 4 | 2 | | | | | 3 | 12 | 15 | 19 | 14 | 9 | 78 |
| Maiobinha | 1 | | 1 | 1 | 2 | | 1 | 7 | 14 | 25 | 14 | 11 | 77 |
| Aurora | 4 | | | | | 1 | 2 | 20 | 9 | 19 | 12 | 7 | 74 |
| Parque Vitória | 6 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 1 | 7 | 24 | 10 | 11 | 6 | 71 |
| Vila Itamar | 1 | | | | | | | 5 | 13 | 20 | 18 | 14 | 71 |
| Conj. São Raimundo | 1 | 1 | | | | | 1 | 5 | 18 | 18 | 16 | 11 | 71 |
| Forquilha | 4 | 2 | 1 | | 1 | | | 5 | 13 | 23 | 12 | 9 | 70 |
| Centro | 7 | 1 | 2 | | | 2 | 1 | 9 | 18 | 10 | 12 | 7 | 69 |
| Tibiri | 1 | | | | | | | 8 | 17 | 16 | 8 | 11 | 61 |

Quadro 12 - Distribuição mês a mês dos atendimentos de incêndio em vegetação por localidade no período 2014-2018.

Fonte: CIOPS.

Podemos observar claramente, o padrão de distribuição dos registros ao longo dos meses, onde os últimos cinco meses do ano concentram a maioria dos registros, mais precisamente, acumulam 89% dos registros. Vale pontuar que, a esses cinco meses mencionados, é acrescentado o janeiro do ano seguinte. Se considerarmos os 12 meses entre fevereiro e o janeiro seguinte, o acumulado de agosto a janeiro soma 94% deste período.



Mapa 02 - As 37 Localidades com o maior número de registros de incêndio em vegetação no período 2014-2018
Fonte: UEAC/SSPMA

Os 37 bairros apresentados acima representam 7% do total de localidades, no entanto, respondem por 50% de todos os registros de incêndio em vegetação. Abaixo temos as médias esperada e os desvios padrões para as quantidades de ocorrências registradas por ano em cada uma dessas 37 localidades.

| Localidades | Média | Desv. Padrão | Localidades | Média | Desv. Padrão | Localidades | Média | Desv. Padrão |
|-----------------|-------|--------------|--------------------|-------|--------------|--------------------|-------|--------------|
| Calhau | 128 | 50 | São Francisco | 23 | 14 | Santo Antônio | 15 | 2 |
| Turu | 94 | 38 | São Cristóvão | 22 | 9 | Iguaíba | 14 | 4 |
| Aracagi | 65 | 31 | Vila Maranhão | 22 | 6 | Pedrinhas | 16 | 4 |
| Olho Dagua | 63 | 14 | Anjo Da Guarda | 22 | 9 | Maiobinha | 15 | 6 |
| Angelim | 45 | 15 | Vila Bacanga | 21 | 7 | Aurora | 10 | 5 |
| Maiobão | 28 | 4 | Maioba | 21 | 12 | Parque Vitória | 14 | 8 |
| Bequimão | 28 | 9 | Cidade Operaria | 20 | 12 | Vila Itamar | 14 | 7 |
| Anil | 26 | 12 | Panaquatira | 20 | 11 | Conj. São Raimundo | 14 | 4 |
| Cohafuma | 25 | 14 | Jardim S Cristóvão | 18 | 2 | Forquilha | 12 | 2 |
| Coroadinho | 24 | 13 | Cohama | 20 | 8 | Centro | 14 | 7 |
| Recanto Vinhais | 24 | 10 | Vinhais | 15 | 5 | Tibiri | 12 | 5 |
| Aracagy | 30 | 8 | Jaracati | 18 | 9 | | | |
| Maracana | 24 | 10 | Vila Embratel | 18 | 10 | | | |

Quadro 13 - Quantidade média esperada de ocorrências em um ano nas 37 localidades com maior registros.
Fonte: UEAC/SSPMA.

A partir das médias mensais e de seus respectivos desvios padrões, faremos uso agora do modelo de distribuição de Poisson para inferimos o número mínimo o número máximo e os valores que intercalam estes dois extremos juntamente com as probabilidades da ocorrência desses montantes.

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de janeiro

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|----|----|----|
| Número diário de ocorrência (x) | 37 | 41 | 45 | 50 | 54 | 58 | 62 | 66 | 70 | 75 | 79 | 83 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 99% | 97% | 92% | 80% | 62% | 37% | 19,9% | 9,0% | 3% | 1% | 0% |

Quadro - 14 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de janeiro

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de fevereiro

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|----|----|----|
| Número diário de ocorrência (x) | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 100% | 96% | 86% | 66% | 42% | 22% | 9,3% | 3,2% | 1% | 0% | 0% |

Quadro - 15 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de fevereiro

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de março

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|----|----|
| Número diário de ocorrência (x) | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 96% | 92% | 86% | 77% | 66% | 54% | 42% | 31,1% | 21,9% | 15% | 9% | 3% |

Quadro - 16 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de março

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de abril

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-----|
| Número diário de ocorrência (x) | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 56% | 56% | 56% | 56% | 56% | 56% | 38% | 38,4% | 38,4% | 38% | 38% | 24% |

Quadro - 17 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de abril

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de maio

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|----|----|----|
| Número diário de ocorrência (x) | 0 | 2 | 4 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 20 | 22 | 24 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 100% | 99% | 95% | 84% | 65% | 32% | 15,6% | 6,3% | 2% | 1% | 0% |

Quadro - 18 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de maio

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de junho

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|----|----|----|
| Número diário de ocorrência (x) | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 30 | 32 | 34 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 98% | 95% | 88% | 77% | 61% | 36% | 22,3% | 12,3% | 6% | 3% | 1% |

Quadro - 19 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de junho

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de julho

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|----|
| Número diário de ocorrência (x) | 30 | 32 | 33 | 35 | 37 | 38 | 40 | 41 | 43 | 45 | 46 | 48 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 92% | 89% | 81% | 76% | 65% | 52% | 46% | 33,6% | 23,2% | 19% | 12% | 7% |

Quadro - 20 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de julho

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitavos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de agosto

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Número diário de ocorrência (x) | 120 | 137 | 154 | 171 | 188 | 205 | 221 | 238 | 255 | 272 | 289 | 306 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 100% | 100% | 100% | 96% | 72% | 28% | 4,2% | 0,2% | 0% | 0% | 0% |

Quadro - 21 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de agosto

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitativos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de setembro

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Número diário de ocorrência (x) | 351 | 371 | 390 | 410 | 430 | 449 | 469 | 488 | 508 | 528 | 547 | 567 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 100% | 100% | 99% | 92% | 67% | 33% | 8,5% | 1,1% | 0% | 0% | 0% |

Quadro - 22 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de setembro

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitativos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de outubro

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Número diário de ocorrência (x) | 306 | 337 | 367 | 398 | 429 | 460 | 490 | 521 | 552 | 583 | 613 | 644 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 100% | 100% | 100% | 98% | 76% | 24% | 1,8% | 0,0% | 0% | 0% | 0% |

Quadro - 23 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de outubro

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitativos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de novembro

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Número diário de ocorrência (x) | 262 | 289 | 316 | 343 | 370 | 397 | 423 | 450 | 477 | 504 | 531 | 558 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 100% | 100% | 100% | 98% | 75% | 25% | 2,4% | 0,1% | 0% | 0% | 0% |

Quadro - 24 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de novembro

Fonte: UEAC/SSPMA

Quantitativos e probabilidades de ocorrência de incêndio em vegetação referentes ao mês de dezembro

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Número diário de ocorrência (x) | 94 | 126 | 158 | 189 | 221 | 253 | 285 | 317 | 349 | 380 | 412 | 444 |
| Probabilidade de ocorrer mais que (x) ocorrência | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 83% | 17% | 0,2% | 0,0% | 0% | 0% | 0% |

Quadro - 25 Probabilidade do registro de ocorrência de incêndio em vegetação no mês de dezembro

Fonte: UEAC/SSPMA

O quadro abaixo apresenta o valor mínimo e o valor máximo para os percentuais esperados para cada turno.

| Dados Selecionados | Acumulado percentual por período |
|--|----------------------------------|
| 01 - Média percentual de atendimentos no turno da madrugada. | 3% a 7% |
| 02 - Média percentual de atendimentos no turno da manhã. | 21% a 27% |
| 03 - Média percentual de atendimentos no turno da tarde. | 41% a 49% |
| 04 - Média percentual de atendimentos no turno da noite. | 20% a 32% |

Quadro 26 - Médias percentuais e desvio padrão dos atendimentos de incêndio em vegetação distribuídas por turno.

Fonte: UEAC/SSPMA.

A seguir temos o valor mínimo e o valor máximo, de ocorrências de incêndio em vegetação, esperados para cada uma das 37 localidades que apresentam o maior número de registros.

| Localidades | Número mínimo e máximo esperado para registro de ocorrências das 37 localidades. |
|--------------------|--|
| Calhau | 78 a 178 ocorrências por ano. |
| Turu | 56 a 132 ocorrências por ano. |
| Aracagi | 34 a 96 ocorrências por ano. |
| Olho Dagua | 49 a 77 ocorrências por ano. |
| Angelim | 30 a 60 ocorrências por ano. |
| Maiobão | 24 a 32 ocorrências por ano. |
| Bequimão | 19 a 37 ocorrências por ano. |
| Anil | 14 a 38 ocorrências por ano. |
| Cohafuma | 11 a 39 ocorrências por ano. |
| Coroadinho | 11 a 37 ocorrências por ano. |
| Recanto Vinhais | 14 a 34 ocorrências por ano. |
| Aracagy | 22 a 38 ocorrências por ano. |
| Maracana | 14 a 34 ocorrências por ano. |
| São Francisco | 9 a 37 ocorrências por ano. |
| São Cristóvão | 13 a 31 ocorrências por ano. |
| Vila Maranhão | 16 a 28 ocorrências por ano. |
| Anjo Da Guarda | 13 a 31 ocorrências por ano. |
| Vila Bacanga | 14 a 28 ocorrências por ano. |
| Maioba | 9 a 33 ocorrências por ano. |
| Cidade Operaria | 8 a 32 ocorrências por ano. |
| Panaquatira | 9 a 31 ocorrências por ano. |
| Jardim S Cristóvão | 16 a 20 ocorrências por ano. |
| Cohama | 12 a 28 ocorrências por ano. |
| Vinhais | 10 a 20 ocorrências por ano. |
| Jaracati | 9 a 27 ocorrências por ano. |
| Vila Embratel | 8 a 28 ocorrências por ano. |
| Santo Antônio | 13 a 17 ocorrências por ano. |
| Iguaiba | 10 a 18 ocorrências por ano. |
| Pedrinhas | 12 a 20 ocorrências por ano. |
| Maiobinha | 9 a 21 ocorrências por ano. |
| Aurora | 5 a 15 ocorrências por ano. |
| Parque Vitoria | 6 a 22 ocorrências por ano. |
| Vila Itamar | 7 a 21 ocorrências por ano. |
| Conj. São Raimundo | 10 a 18 ocorrências por ano. |
| Forquilha | 10 a 14 ocorrências por ano. |
| Centro | 7 a 21 ocorrências por ano. |
| Tibiri | 7 a 17 ocorrências por ano. |

Quadro 27 - Intervalo de variação para o número esperado de ocorrências em um ano nas 37 localidades com maior registros.

Fonte: UEAC/SSPMA.

Considerações finais

As análises apresentadas neste relatório integram uma base robusta para ações de intervenção que buscam minimizar os transtornos decorrentes das ocorrências de incêndio em vegetação, uma vez que as estimativas quanto a quantidade, período do ano e do dia e local de incidência referentes a estas ocorrências podem nortear o quando e o quanto de recursos devem ser colocados em prontidão. Pontuaremos a seguir as análises e alguma medidas de intervenção possíveis.

01- Alta concentração de ocorrências no período de agosto a janeiro.

- a. Fica claro que este período é crítico e merece atenção especial, o incremento de guarnições voltadas a esta natureza de ocorrência pode ser uma medida interessante.
- b. Incremento de um veículo com carga extra de água.
- c. Integração com a companhia de abastecimento de água para ampliação de pontos de reabastecimento (hidrantes funcionais). No anexo 1 e 1.a temos um mapa da distribuição dos hidrantes na ilha de São Luís, no anexo 2 temos o cruzamento da distribuição dos hidrantes e a densificação da incidência de incêndio em vegetação na ilha de São Luís.

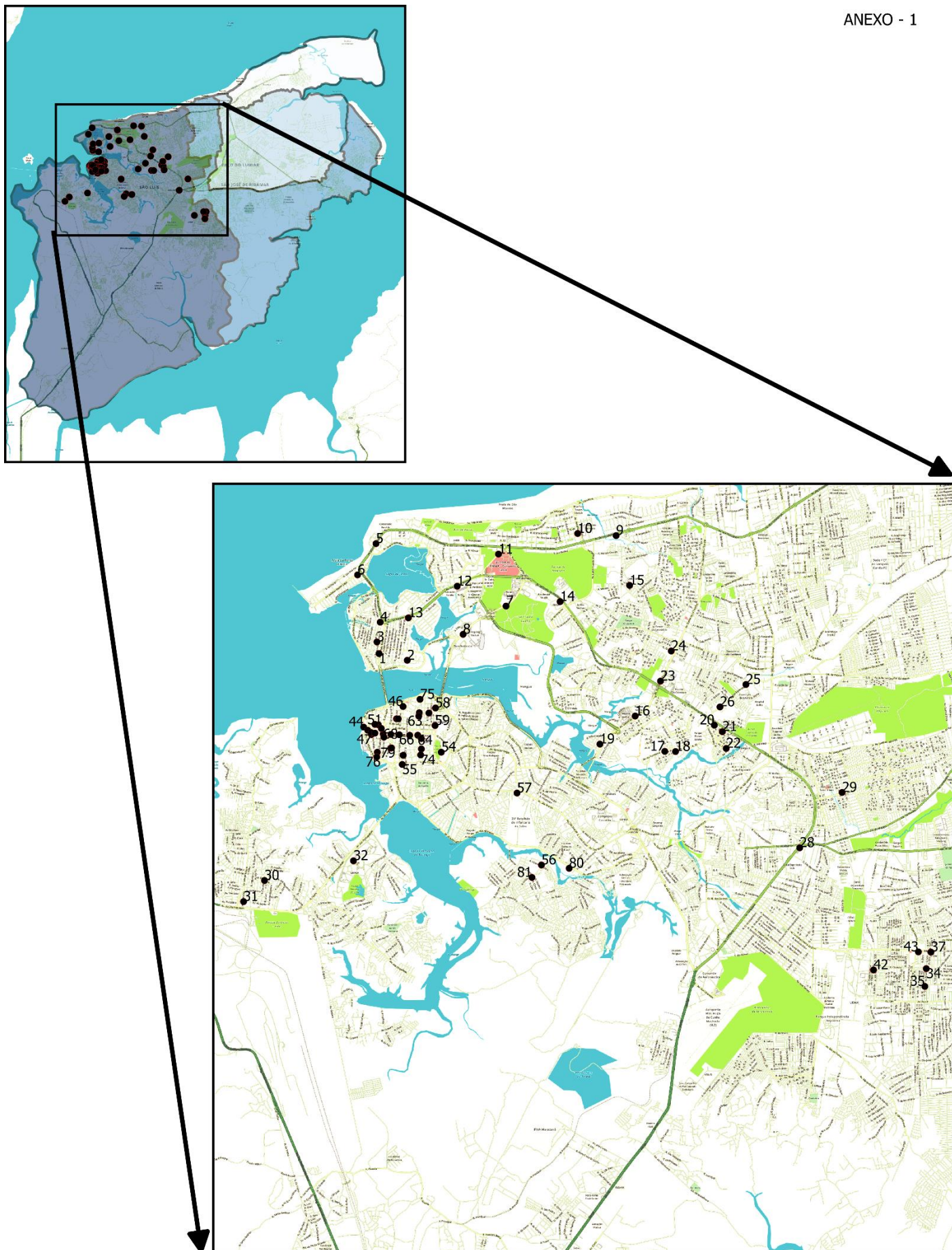
02- A distribuição diária das ocorrências.

- a. Os turnos da tarde e noite acumulam 72%, podemos então considerar que as guarnições extras não necessitam de uma jornada de 24h de prontidão, isso diminui o efetivo extra empregado.

03- A concentração de 50% das ocorrências em 7% das localidades que demandam registros.

- a. Um diagnóstico nestas áreas possibilitaria medidas preventivas de conscientização, haja vista que as ações antrópicas configuram entre as causas destas ocorrências, fogo em lixões, uso de fogos de artifícios e descarte de bitucas de cigarro são fatores associados a incidência dessa ocorrência.

Ao final deste trabalho fica a expectativa de que ele atenda ao seu objetivo, que consiste em embasar os gestores nas tomadas de decisão voltadas a intervenções de minimização dos transtornos advindos das ocorrências de incêndio em vegetação.

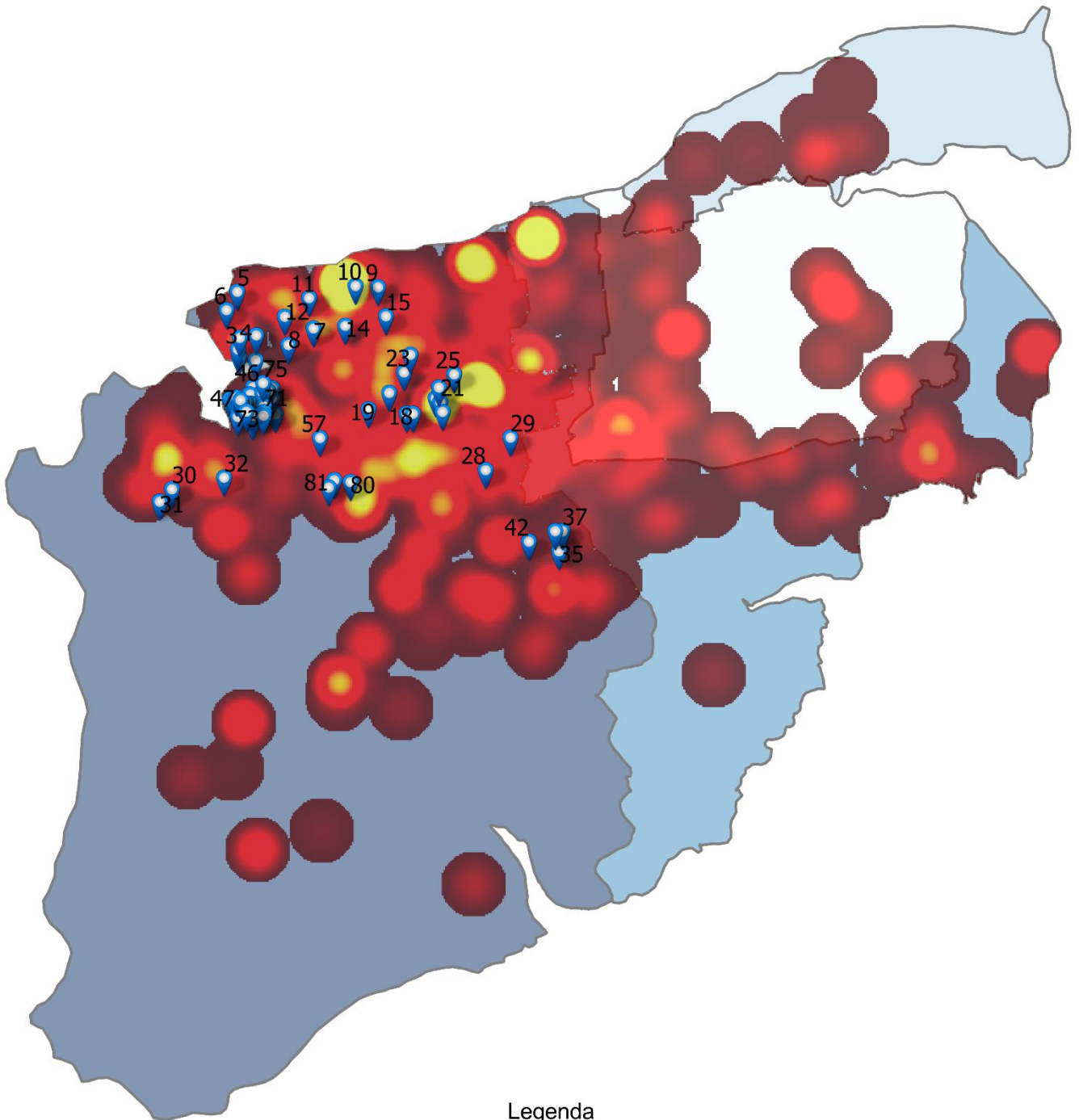


Mapa 03 - Distribuição dos hidrantes na ilha de São Luís
Fonte: UEAC/SSPMA

| Ordem | Localização | Ordem | Localização |
|-------|---|-------|--|
| 1 | Av. Marechal Castelo Branco esquina com a Rua Casemiro Carvalho | 42 | Unidade 205, Rua 205 |
| 2 | Rua dos Pinheiros c/ Figueiras | 43 | Unidade 103, Avenida 103 |
| 3 | Rua 05 - São Francisco | 44 | Rua Portugal |
| 4 | Avenida Ana Jansen | 45 | Rua Portugal |
| 5 | Avenida dos Holandeses – Ponta da Areia | 46 | Rua Jansen Muller |
| 6 | Avenida dos Holandeses – Ponta da Areia | 47 | Rua da Estrela |
| 7 | Avenida Carlos Cunha (Jaracati) | 48 | Rua da Estrela |
| 8 | Avenida Carlos Cunha (Jaracati) | 49 | Rua do Alecrim |
| 9 | Avenida dos Holandeses - Calhau | 50 | Rua do Giz |
| 10 | Avenida dos Sambaquis com Av. Salim Duailibe - Calhau | 51 | Praça Benedito Leite |
| 11 | Av. Colares Moreira - Calhau | 52 | Rua 14 de Julho |
| 12 | Av. Colares Moreira - Renascença | 53 | Rua Candido Ribeiro |
| 13 | Av. Colares Moreira - Renascença | 54 | Avenida Alexandre Moura |
| 14 | Av. Jerônimo de Albuquerque | 55 | Rua das Cajazeiras nº 414 |
| 15 | Rua Estrada Velha – Altos do Calhau | 56 | Rua 04 c/Avenida Vicente Queiroz |
| 16 | Av. Daniel de La Touche – Maranhão Novo | 57 | Avenida Kennedy |
| 17 | Avenida do Contorno - Bequimão | 58 | Rua Celso Magalhães |
| 18 | Rua 25 - Bequimão | 59 | Rua Celso Magalhães |
| 19 | Av. Daniel de La Touche - Ipase | 60 | Rua Viana Vaz c/Rua Silva Jardim |
| 20 | Av. Jerônimo de Albuquerque - Angelim | 61 | Rua Viana Vaz c/Rua Rio Branco |
| 21 | Avenida 01 - Angelim | 62 | Rua 13 de maio e Rua J. Bonif. e Rua Alecrim |
| 22 | Rua 04 - Angelim | 63 | Rua Rio Branco c/ Rua da Viração |
| 23 | Av. Daniel de La Touche - Cohama | 64 | Rua grande c/Rua do Passeio |
| 24 | Rua 24 - Cohama | 65 | Rua Grande |
| 25 | Rua Boa Esperança – Primavera Turú | 66 | Rua Grande |
| 26 | Rua Boa Esperança - Turú | 67 | Rua Grande |
| 27 | Na junção das Ruas Boa Esperança e Rua Primavera - Turú | 68 | Rua Grande c/ Praça João Lisboa |
| 28 | Estrada de Ribamar - Forquilha | 69 | Rua de Santana c/Av. Magalhães Almeida |
| 29 | Rua H, Planalto Anil 3 | 70 | Rua do Outeiro c/ Rua de Santana |
| 30 | Rua França/ Rua Chile – Anjo D'Guarda | 71 | Rua do Outeiro |
| 31 | Rua Honduras - Anjo D'Guarda | 72 | Rua Jacinto Maia c/ Av. Magalhães Almeida |
| 32 | No Campo da UFMA. | 73 | Rua da palha c/ Rua Candido Ribeiro |
| 33 | Unidade 103, Rua 05 | 74 | Rua do outeiro / SENAC |
| 34 | Unidade 103, Rua 08 | 75 | Praça Gonçalves Dias c/ Lago dos Amores |
| 35 | Unidade 105, Rua 105 | 76 | Rua 15 de Novembro nº 196 |
| 36 | Unidade 203, Rua 28 | 77 | Beco Catarina minas c/ Rua de Nazaré |
| 37 | Avenida 103, Unidade 103 | 78 | Pça. J. Lisboa /Humberto de Campos |
| 38 | Unidade 101, Avenida 104 | 79 | Mercado Central |
| 39 | Unidade 205, Rua 11 | 80 | Avenida dos Africanos |
| 40 | Av. Este, Unidade 203 | 81 | Rua 04 esquina com Avenida Vicente Queiroga |
| 41 | Unidade 203, Rua 203 | | |



Mapa 05 - Tabela e distribuição dos hidrantes na ilha de São Luís.
Fonte: UEAC/SSPMA



Legenda

- | | |
|---------------|---------------------|
| Hidrantes | Limites municipais |
| Densificação | Paço do Lumiar |
| - Muito baixa | Raposa |
| - Baixa | São José de Ribamar |
| - Média | São Luís |
| - Alta | |
| - Muito alta | |

Mapa 04 - Densificação da incidência incendio em vegetação e distribuição dos hidrantes na ilha de São Luís
Fonte: UEAC/SSPMA

FICHA INSTITUCIONAL

SECRETÁRIO DE SEGURANÇA PÚBLICA
Jefferson Miler Portela e Silva

DELEGADO GERAL DA PCMA
Leonardo Diniz

COMANDANTE DA CBMMA
Célio Roberto Pinto de Araújo

COMANDANTE DO PMMA
Ismael de Sousa Fonseca

FICHA TÉCNICA

EQUIPE TÉCNICA
Hilmar Nogueira
Gestor de Estatística e Análise Criminal

Jailson Dias
Técnico NEAC/CBMMA

Jurany Moraes
Técnico NEAC/CBMMA

PLANILHAS, GRÁFICOS, MAPAS E ANÁLISES
Jailson Dias

COLABORADORES
Laélia Nascimento
Amanda Costa
Ana dos Santos

FONTE
CIOPS