

# projeto

October 15, 2023

```
[3]: from src import *
from verde_source import regular, interp_at

from tqdm import tqdm
from shapely.ops import transform
from pylab import *
from shapely.geometry import Point, Polygon

import verde as vd
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
import numpy as np
import geopandas as gpd
import pyproj
import os

import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")
%load_ext autoreload
%autoreload 2

%matplotlib inline
```

The autoreload extension is already loaded. To reload it, use:

```
%reload_ext autoreload
```

## 1 Construindo Quadrícula

```
[ ]: # Listando arquivos de aerogeofísica pré tratados
list_geof = os.listdir('/home/ggrl/database/geof/')
list_geof
```

```
[ ]: quadricula =_
    →Build_mc(escala='50k', ID=['SF23_YB', 'SF23_YA', 'SF23_VC', 'SF23_VD'], verbose=True)
```

## 2 Adicionando dados brutos à Quadrícula

```
[5]: gama_3022,mag_3022=Upload_geof(quadracula,'gama_3022','mag_3022', 600)
gama_1105,mag_1105=Upload_geof(quadracula,'gama_line_1105','mag_line_1105',600)
gama_1039,mag_1039=Upload_geof(quadracula,'gama_1039','mag_1039',1100)
```

```
□ ↵ 67% | [U+2588] [U+2588]
    ↵           | 64/96 [00:03<00:01, 17.58it/s]

- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_II2 com 5345 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VC_II4 com 3345 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_II4 com 38701 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III1 com 5071 pontos

□ ↵ 71% | [U+2588] [U+2588]
    ↵           | 68/96 [00:03<00:01, 17.07it/s]

- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III1 com 55716 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III3 com 22423 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III3 com 228970 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III2 com 23964 pontos

□ ↵ 75% | [U+2588] [U+2588]
    ↵           | 72/96 [00:04<00:01, 16.04it/s]

- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III2 com 244151 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III4 com 44282 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_III4 com 447130 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VC_VI2 com 53272 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_VI2 com 536922 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VC_VI4 com 66552 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VC_VI4 com 669511 pontos

□ ↵ 77% | [U+2588] [U+2588]
    ↵           | 74/96 [00:04<00:01, 15.71it/s]

- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VD_I1 com 68122 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VD_I1 com 684957 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VD_I3 com 92919 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VD_I3 com 932833 pontos
- gama_3022 atualizado na folha: SF23_VD_IV1 com 117160 pontos
- mag_3022 atualizado na folha: SF23_VD_IV1 com 1175169 pontos

□ ↵ 79% | [U+2588] [U+2588]
    ↵           | 76/96 [00:04<00:01, 15.27it/s]
```

- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV3 com 139055 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV3 com 1393854 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_I2 com 140595 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_I2 com 1409020 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_I4 com 166152 pontos

□

→ 83% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
 → | 80/96 [00:04<00:01, 14.22it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_I4 com 1664435 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV2 com 190924 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV2 com 1912199 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV4 com 213554 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV4 com 2138208 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II1 com 215051 pontos

□

→ 85% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
 → | 82/96 [00:04<00:01, 13.91it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II1 com 2152965 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II3 com 240597 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II3 com 2408385 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V1 com 266138 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V1 com 2663794 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V3 com 289022 pontos

□

→ 90% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
 → | 86/96 [00:05<00:00, 12.70it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V3 com 2892329 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II2 com 290491 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II2 com 2906760 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II4 com 314287 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_II4 com 3144719 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V2 com 338699 pontos

□

→ 92% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
 → | 88/96 [00:05<00:00, 11.99it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V2 com 3388823 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V4 com 360698 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_V4 com 3608540 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III1 com 362119 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III1 com 3622513 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III3 com 384351 pontos

□

↳ 94% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
↳ | 90/96 [00:05<00:00, 11.42it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III3 com 3844792 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI1 com 406781 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI1 com 4069033 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI3 com 427340 pontos

□

↳ 96% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
↳ | 92/96 [00:05<00:00, 10.91it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI3 com 4274275 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III2 com 428813 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III2 com 4288757 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III4 com 450328 pontos

□

↳ 98% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
↳ 94/96 [00:06<00:00, 10.45it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_III4 com 4503852 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI2 com 471819 pontos
- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI2 com 4718774 pontos
- gama\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI4 com 491631 pontos

100% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
↳ 96/96 [00:06<00:00, 15.37it/s]

- mag\_3022 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI4 com 4916593 pontos

1% | [U+258E]

| 1/96 [00:00<00:10, 9.31it/s]

- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I1 com 19654 pontos
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I1 com 208148 pontos
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I3 com 40333 pontos
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I3 com 417629 pontos
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_IV1 com 60187 pontos

5% | [U+2588] [U+258A]

| 5/96 [00:00<00:08, 10.

↳ 18it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_IV1 com 618029 pontos
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_IV3 com 78786 pontos
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_IV3 com 822684 pontos
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I2 com 97731 pontos
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I2 com 1027891 pontos
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I4 com 117392 pontos
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_I4 com 1232286 pontos
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_IV2 com 137573 pontos

8%   [U+2588] [U+2588] [U+2589] → 9.41it/s]	8/96 [00:00<00:09, □]
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_IV2 com 1440403 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_IV4 com 156492 pontos</li> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_IV4 com 1645163 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_III1 com 176713 pontos</li> </ul>	
10%   [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+258C] → 01<00:09, 9.10it/s]	10/96 [00:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_III1 com 1853537 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_II3 com 196473 pontos</li> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_II3 com 2068245 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V1 com 217083 pontos</li> </ul>	
12%   [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+258E] → [00:01<00:09, 9.03it/s]	12/96 □
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V1 com 2279866 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V3 com 237695 pontos</li> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V3 com 2490521 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_II2 com 259144 pontos</li> </ul>	
15%   [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2589] → [00:01<00:09, 8.67it/s]	14/96 □
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_II2 com 2710881 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_II4 com 280071 pontos</li> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_II4 com 2933529 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V2 com 301130 pontos</li> </ul>	
17%   [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+258B] →   16/96 [00:01<00:09, 8.32it/s]	□
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V2 com 3148541 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V4 com 320228 pontos</li> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_V4 com 3354486 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_III1 com 339706 pontos</li> </ul>	
19%   [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+258D] →   18/96 [00:02<00:09, 8.09it/s]	□
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_III1 com 3567603 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_III3 com 358414 pontos</li> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_III3 com 3780263 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_VI1 com 375398 pontos</li> </ul>	
21%   [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] →   20/96 [00:02<00:10, 7.57it/s]	□
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mag_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_VI1 com 3978156 pontos</li> <li>- gama_line_1105 atualizado na folha: SF23_YB_VI3 com 394494 pontos</li> </ul>	

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_VI3 com 4172802 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_III2 com 417638 pontos

23% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+258A]  
| 22/96 [00:02<00:10, 7.08it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_III2 com 4375347 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_III4 com 435319 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_III4 com 4552964 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_VI2 com 455360 pontos

25% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+258C]  
| 24/96 [00:02<00:10, 6.67it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_VI2 com 4691697 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_VI4 com 479679 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YB\_VI4 com 4900241 pontos

□

→ 44% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
| 42/96 [00:04<00:05, 9.92it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YA\_III1 com 4907599 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YA\_III3 com 4915285 pontos

□

→ 46% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
| 44/96 [00:04<00:04, 10.51it/s]

- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YA\_III2 com 500101 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YA\_III2 com 5131283 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YA\_III4 com 520063 pontos

□

→ 48% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
| 46/96 [00:05<00:05, 8.62it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YA\_III4 com 5334788 pontos

□

→ 52% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
| 50/96 [00:05<00:04, 9.47it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_YA\_VI4 com 5339746 pontos

□

→ 67% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
| 64/96 [00:06<00:02, 10.85it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_II4 com 5343001 pontos

□

→ 69% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
| 66/96 [00:06<00:03, 9.06it/s]

- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_III3 com 531202 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_III3 com 5455230 pontos

□

↳ 70% | [U+2588]  
↳ | 67/96 [00:07<00:03, 8.18it/s]

- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI1 com 541888 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI1 com 5560193 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI3 com 545484 pontos

□

↳ 71% | [U+2588]  
↳ | 68/96 [00:07<00:03, 7.57it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI3 com 5596195 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_III4 com 557156 pontos

□

↳ 74% | [U+2588]  
↳ | 71/96 [00:07<00:03, 7.23it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_III4 com 5713611 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI2 com 573295 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI2 com 5878085 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI4 com 583853 pontos

□

↳ 75% | [U+2588]  
↳ | 72/96 [00:07<00:03, 6.80it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VC\_VI4 com 5984873 pontos

□

↳ 78% | [U+2588]  
↳ | 75/96 [00:08<00:02, 7.07it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_I3 com 5989079 pontos  
- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV1 com 5991680 pontos  
- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV3 com 584901 pontos

□

↳ 81% | [U+2588]  
↳ | 78/96 [00:08<00:02, 8.17it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV3 com 6003118 pontos

□

↳ 85% | [U+2588]  
↳ | 82/96 [00:09<00:01, 9.30it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_IV4 com 6012995 pontos

□

↪ 90% | [U+2588]  
↪ | 86/96 [00:09<00:01, 9.78it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_V3 com 6022158 pontos

□

↪ 94% | [U+2588]  
↪ | 90/96 [00:09<00:00, 10.08it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_V4 com 6031760 pontos

□

↪ 98% | [U+2588]  
↪ 94/96 [00:10<00:00, 10.27it/s]

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI3 com 6040606 pontos

100% | [U+2588]  
↪ 96/96 [00:10<00:00, 9.16it/s]

- gama\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI4 com 586186 pontos

- mag\_line\_1105 atualizado na folha: SF23\_VD\_VI4 com 6050587 pontos

□

↪ 50% | [U+2588]  
↪ | 48/96 [00:00<00:00, 101.30it/s]

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II1 com 8946 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II1 com 8946 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II3 com 18267 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II3 com 18267 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V1 com 27485 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V1 com 27485 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V3 com 36529 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V3 com 36529 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II2 com 46026 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II2 com 46026 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II4 com 55601 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_II4 com 55601 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V2 com 64930 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V2 com 64930 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V4 com 74521 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_V4 com 74521 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_III1 com 83828 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_III1 com 83828 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_III3 com 93511 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_III3 com 93511 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_VI1 com 102842 pontos

- mag\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_VI1 com 102842 pontos

- gama\_1039 atualizado na folha: SF23\_YA\_VI3 com 112428 pontos

```
- mag_1039 atualizado na folha: SF23_YA_VI3 com 112428 pontos
- gama_1039 atualizado na folha: SF23_YA_III2 com 117578 pontos
- mag_1039 atualizado na folha: SF23_YA_III2 com 117578 pontos
- gama_1039 atualizado na folha: SF23_YA_III4 com 123266 pontos
- mag_1039 atualizado na folha: SF23_YA_III4 com 123266 pontos
- gama_1039 atualizado na folha: SF23_YA_VI4 com 132251 pontos
- mag_1039 atualizado na folha: SF23_YA_VI4 com 132251 pontos
```

□

```
↳ 74% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]
→ | 71/96 [00:00<00:00, 87.71it/s]
```

```
- gama_1039 atualizado na folha: SF23_VC_V3 com 133704 pontos
- mag_1039 atualizado na folha: SF23_VC_V3 com 133704 pontos
- gama_1039 atualizado na folha: SF23_VC_V4 com 134864 pontos
- mag_1039 atualizado na folha: SF23_VC_V4 com 134864 pontos
- gama_1039 atualizado na folha: SF23_VC_VI3 com 136171 pontos
- mag_1039 atualizado na folha: SF23_VC_VI3 com 136171 pontos
```

```
100% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]
→ 96/96 [00:00<00:00, 100.28it/s]
```

```
[6]: geof_list_ids = list(quadricula.keys())

print(len(geof_list_ids))

for id in geof_list_ids:
    print(f' - Folha: {id}')
    carta=quadricula[id]
    for data in list(carta.keys())[2:]:
        print(f'     - {data}')
```

96

```
- Folha: SF23_YB_I1
  - gama_line_1105
  - mag_line_1105
- Folha: SF23_YB_I3
  - gama_line_1105
  - mag_line_1105
- Folha: SF23_YB_IV1
  - gama_line_1105
  - mag_line_1105
- Folha: SF23_YB_IV3
  - gama_line_1105
  - mag_line_1105
- Folha: SF23_YB_I2
  - gama_line_1105
  - mag_line_1105
- Folha: SF23_YB_I4
```

- gama\_line\_1105
- mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_IV2
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_IV4
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_II1
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_II3
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_V1
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_V3
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_II2
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_II4
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_V2
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_V4
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_III1
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_III3
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_VI1
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_VI3
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_III2
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_III4
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105

- gama\_line\_1105
- mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_VI2
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YB\_VI4
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_YA\_I1
- Folha: SF23\_YA\_I3
- Folha: SF23\_YA\_IV1
- Folha: SF23\_YA\_IV3
- Folha: SF23\_YA\_I2
- Folha: SF23\_YA\_I4
- Folha: SF23\_YA\_IV2
- Folha: SF23\_YA\_IV4
- Folha: SF23\_YA\_III1
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_II3
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_V1
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_V3
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_II2
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_II4
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_V2
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_V4
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_III1
  - mag\_line\_1105
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_III3
  - mag\_line\_1105
  - gama\_1039
  - mag\_1039

- Folha: SF23\_YA\_VI1
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_VI3
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_III2
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_III4
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_YA\_VI2
- Folha: SF23\_YA\_VI4
  - mag\_line\_1105
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_VC\_I1
- Folha: SF23\_VC\_I3
- Folha: SF23\_VC\_IV1
- Folha: SF23\_VC\_IV3
- Folha: SF23\_VC\_I2
- Folha: SF23\_VC\_I4
- Folha: SF23\_VC\_IV2
- Folha: SF23\_VC\_IV4
- Folha: SF23\_VC\_II1
- Folha: SF23\_VC\_II3
- Folha: SF23\_VC\_V1
- Folha: SF23\_VC\_V3
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_VC\_II2
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VC\_II4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VC\_V2
- Folha: SF23\_VC\_V4
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_VC\_III1
  - gama\_3022
  - mag\_3022

- Folha: SF23\_VC\_III3
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VC\_VI1
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VC\_VI3
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
  - gama\_1039
  - mag\_1039
- Folha: SF23\_VC\_III2
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VC\_III4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VC\_VI2
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VC\_VI4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_I1
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_I3
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_IV1
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_IV3
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_I2

- gama\_3022
- mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_I4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_IV2
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_IV4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_II1
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_II3
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_V1
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_V3
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_II2
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_II4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_V2
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_V4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_III1
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_III3
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_VI1
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_VI3

- gama\_3022
- mag\_3022
- mag\_line\_1105
- Folha: SF23\_VD\_III2
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_III4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_VI2
  - gama\_3022
  - mag\_3022
- Folha: SF23\_VD\_VI4
  - gama\_3022
  - mag\_3022
  - gama\_line\_1105
  - mag\_line\_1105

```
[7]: columns = list(quadricula[id].keys())
      len(quadricula[id][columns[2]])
```

[7]: 19812

```
[8]: quadricula=pop_nodata(quadricula)
      len(quadricula.keys())
```

100% | [U+2588] [U+2588] [U+2588] [U+2588]  
→ 96/96 「00:00<00:00, 268973.40it/s】

[8]: 62

```
[9]: for id in list(quadricula.keys()):  
    print(f' - Folha: {id}')  
    carta = quadricula[id]  
    print(f'     - {list(carta.keys())}')
```

- Folha: SF23\_YB\_I1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_I3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_IV1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_IV3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_I2
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_I4
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']

- Folha: SF23\_YB\_IV2
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_IV4
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_III1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_II3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_V1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_V3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_II2
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_II4
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_V2
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_V4
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_III1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_III3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_VI1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_VI3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_III2
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_III4
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_VI2
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YB\_VI4
  - ['folha', 'escala', 'gama\_line\_1105', 'mag\_line\_1105']
- Folha: SF23\_YA\_III1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_1039', 'mag\_1039']
- Folha: SF23\_YA\_II3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_1039', 'mag\_1039']
- Folha: SF23\_YA\_V1
  - ['folha', 'escala', 'gama\_1039', 'mag\_1039']
- Folha: SF23\_YA\_V3
  - ['folha', 'escala', 'gama\_1039', 'mag\_1039']
- Folha: SF23\_YA\_II2
  - ['folha', 'escala', 'gama\_1039', 'mag\_1039']
- Folha: SF23\_YA\_II4
  - ['folha', 'escala', 'gama\_1039', 'mag\_1039']

```

- Folha: SF23_YA_V2
  - ['folha', 'escala', 'gama_1039', 'mag_1039']
- Folha: SF23_YA_V4
  - ['folha', 'escala', 'gama_1039', 'mag_1039']
- Folha: SF23_YA_III1
  - ['folha', 'escala', 'mag_line_1105', 'gama_1039', 'mag_1039']
- Folha: SF23_YA_III3
  - ['folha', 'escala', 'mag_line_1105', 'gama_1039', 'mag_1039']
- Folha: SF23_YA_VI1
  - ['folha', 'escala', 'gama_1039', 'mag_1039']
- Folha: SF23_YA_VI3
  - ['folha', 'escala', 'gama_1039', 'mag_1039']
- Folha: SF23_YA_III2
  - ['folha', 'escala', 'gama_line_1105', 'mag_line_1105', 'gama_1039',
'mag_1039']
- Folha: SF23_YA_III4
  - ['folha', 'escala', 'gama_line_1105', 'mag_line_1105', 'gama_1039',
'mag_1039']
- Folha: SF23_VC_II2
  - ['folha', 'escala', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VC_III3
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'gama_line_1105',
'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VC_VI1
  - ['folha', 'escala', 'gama_line_1105', 'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VC_III4
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'gama_line_1105',
'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VC_VI2
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'gama_line_1105',
'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VC_VI4
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'gama_line_1105',
'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_I3
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_IV1
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_IV3
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'gama_line_1105',
'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_I4
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_IV2
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_IV4
  - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_II3

```

```

    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_V1
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_V3
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_II4
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_V2
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_V4
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_III3
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_VI1
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_VI3
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'mag_line_1105']
- Folha: SF23_VD_III4
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_VI2
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022']
- Folha: SF23_VD_VI4
    - ['folha', 'escala', 'gama_3022', 'mag_3022', 'gama_line_1105',
'mag_line_1105']

```

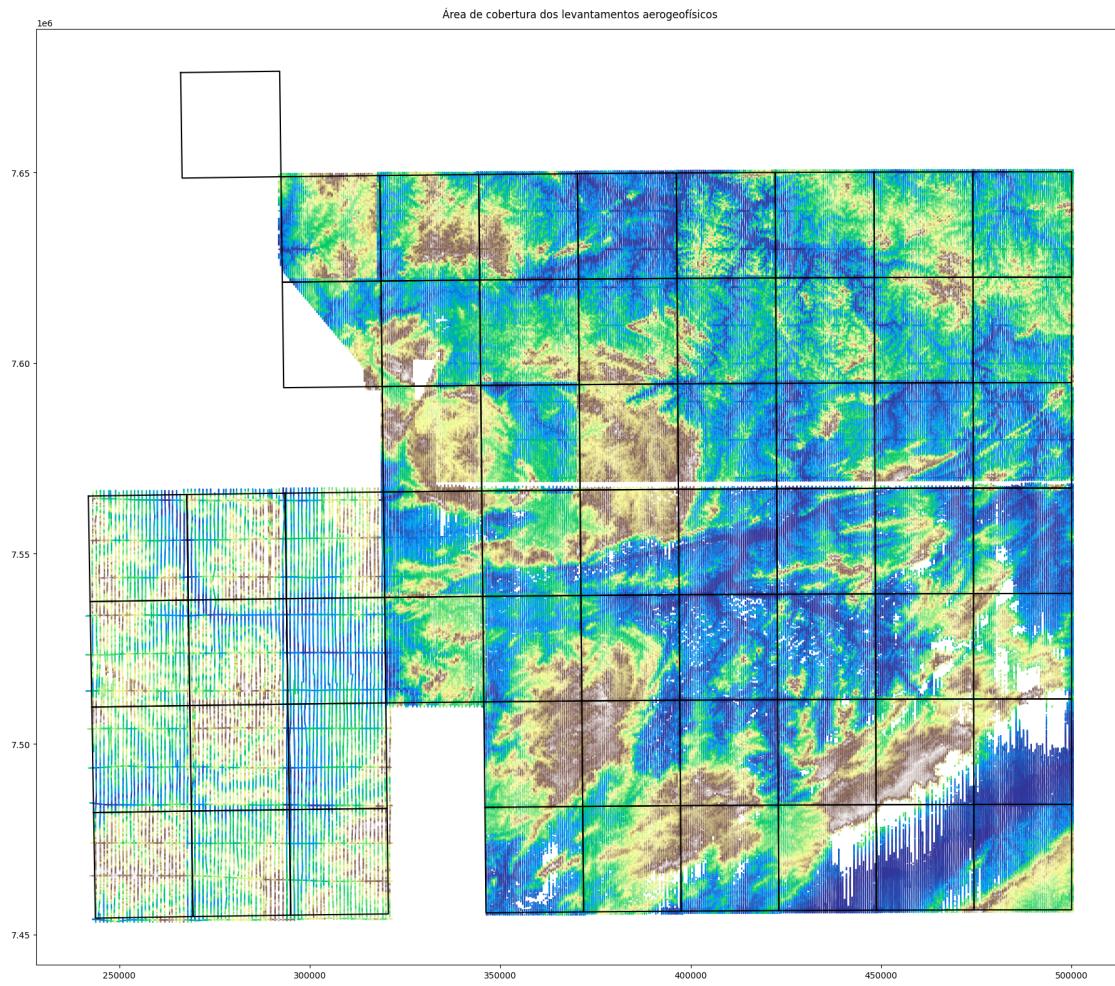
```
[10]: #len(quadrícula['SF23_YA_V4']['gama_1039'])
```

## 2.1 Vizualisando Área de Estudo

```

[11]: plt.figure(figsize=(21,16))
for id in list(quadrícula.keys()):
    carta=quadrícula[id]
    folha_utm=transform_to_carta_utm(carta['folha'])
    plt.plot(*folha_utm.exterior.xy,color='black')
    #plt.annotate(str(id),xy=folha_utm.centroid.coords[0],textcoords=folha_utm.
    ↪centroid.coords[0])
    for data in list(carta.keys())[2:]:
        if 'mag' in data:
            pass
        else:
            plt.scatter(carta[data].X,carta[data].Y,c=carta[data] .
    ↪MDT,cmap='terrain',s=0.5,marker='H')
            plt.axis('scaled')
plt.suptitle('Área de cobertura dos levantamentos aerogeofísicos')
plt.tight_layout()

```



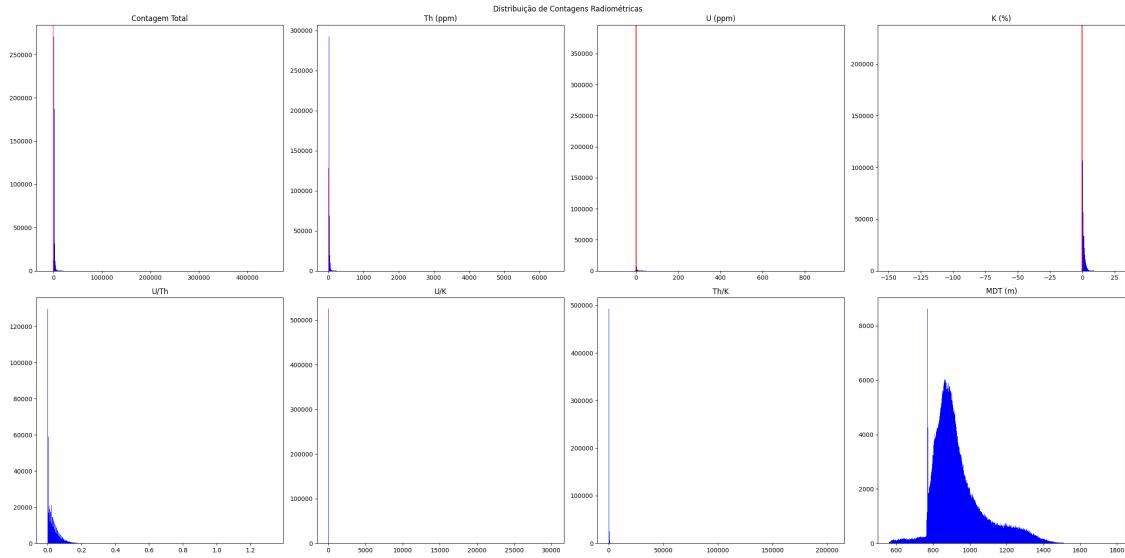
## 2.2 Visualizando dados Radiométricos Brutos

### 2.2.1 Projeto 3022

```
[12]: plot_histograms(gama_3022)
```

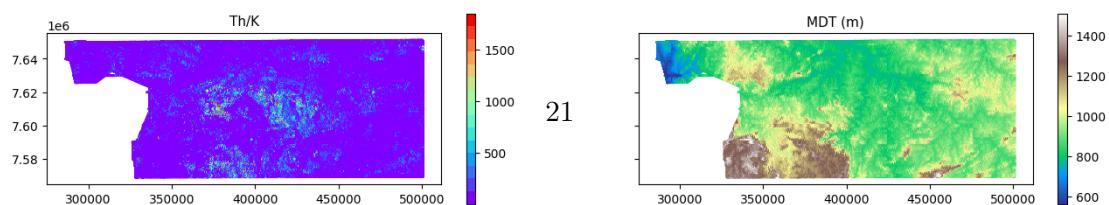
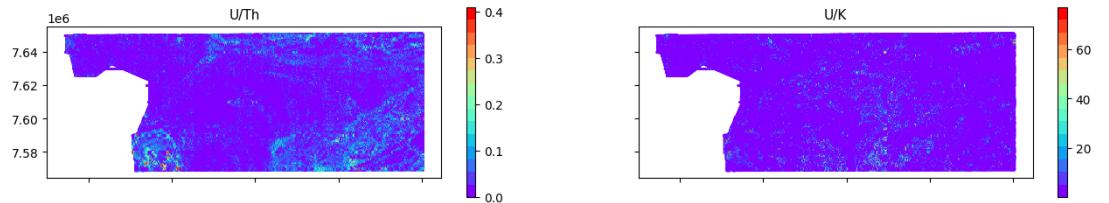
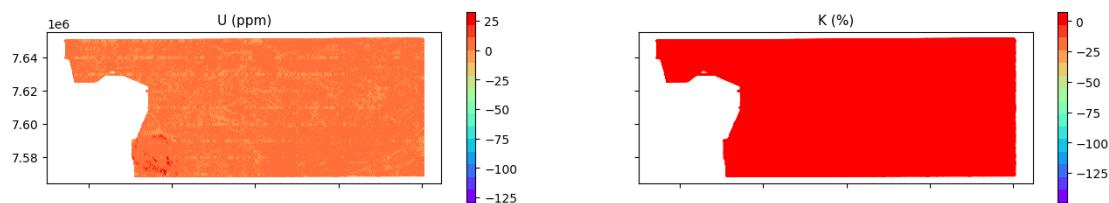
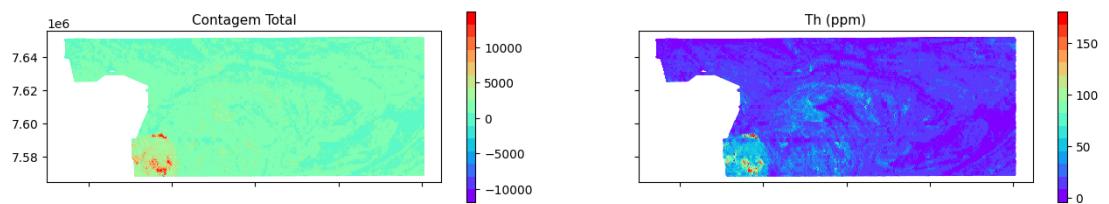
	count	mean	std	min	0.1%	1%	
CTCOR	525310.0	1272.315511	1720.047778	-11834.130	-132.70365	-12.9291	\
eTh	525310.0	16.684613	22.942515	-3.800	-0.30000	0.6000	
eU	525310.0	0.427578	3.353335	-129.300	-2.90000	-1.0000	
KPERC	525310.0	0.671910	0.924314	-149.323	-0.18600	-0.0910	
MDT	525310.0	937.394729	144.556802	562.040	578.53309	658.3936	
THKRAZAO	525310.0	106.517030	593.296064	0.155	0.78800	2.2970	
UTHRAZAO	525310.0	0.029389	0.038246	0.000	0.00000	0.0010	
UKRAZAO	525310.0	2.911118	84.418047	0.002	0.00400	0.0060	
	5%	25%	50%	75%	99.95%	max	
CTCOR	340.8245	719.060	1066.715	1495.9900	14986.650000	450895.020	

eTh	4.3000	9.000	13.600	19.7000	180.600000	6371.400
eU	-0.6000	-0.100	0.200	0.6000	32.069100	934.800
KPERC	-0.0150	0.134	0.355	0.8760	7.176000	24.286
MDT	772.3700	844.810	901.020	992.0700	1506.794915	1782.280
THKRAZAO	5.2500	15.353	35.458	97.7685	1845.198000	205529.094
UTHRAZAO	0.0010	0.003	0.016	0.0430	0.410346	1.328
UKRAZAO	0.0140	0.094	0.595	2.1440	77.079000	30156.090



```
[13]: plot_raw_gama_data(gama_3022,suptitle='Dados Radiométricos brutos (Gama_3022.  
→XYZ)')
```

Dados Radiométricos brutos (Gama\_3022.XYZ)



## Removendo valores negativos

```
[14]: gama_3022_positive = remove_negative_values(gama_3022)
```

Atributo - CTCOR

Atributo - eTh

Atributo - eU

Atributo - KPERC

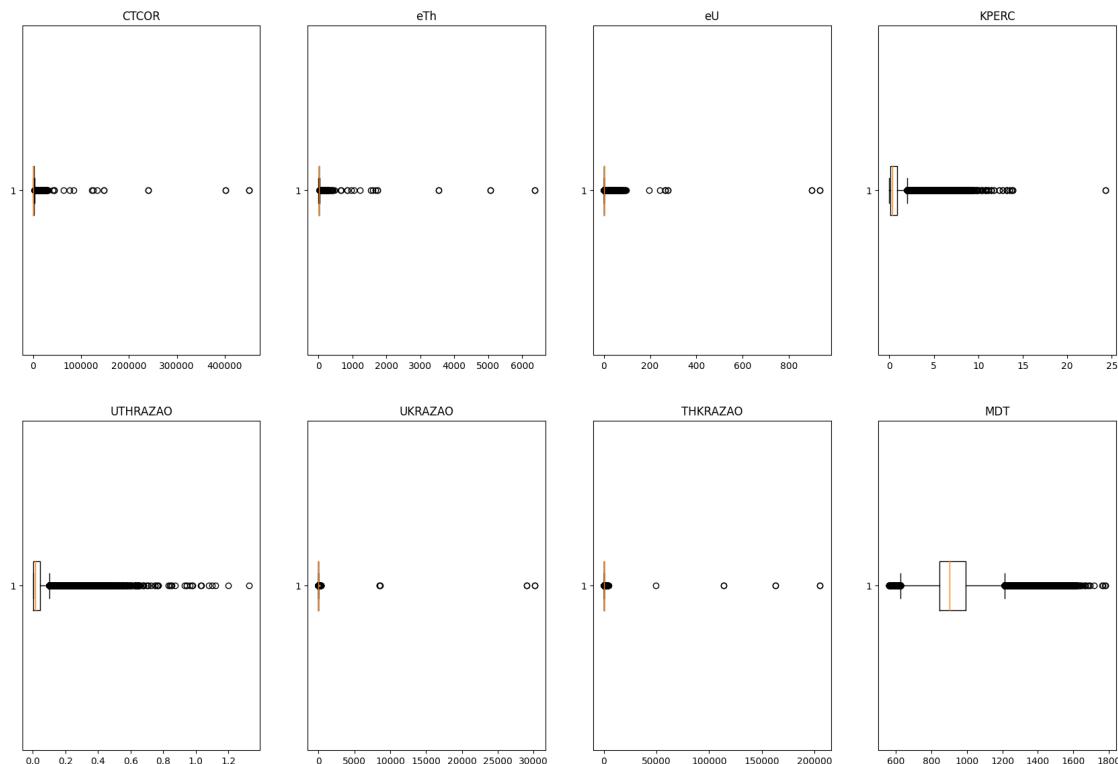
Atributo - MDT

Atributo - THKRAZAO

Atributo - UKRAZAO

Atributo - UTHRAZAO

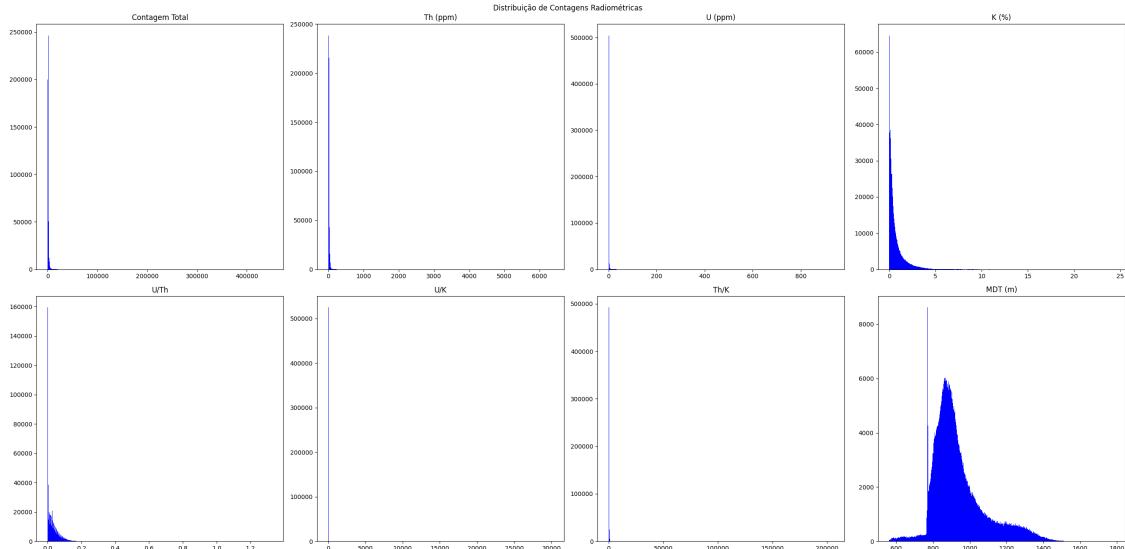
```
[15]: plot_boxplots(gama_3022_positive,gama_FEAT)
```



```
[16]: plot_histograms(gama_3022_positive)
```

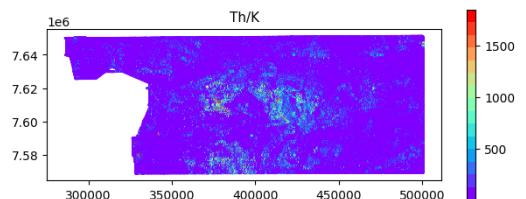
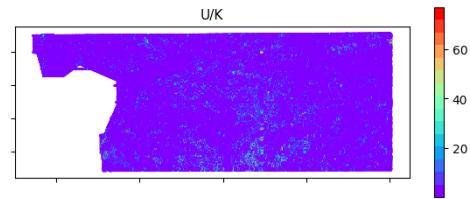
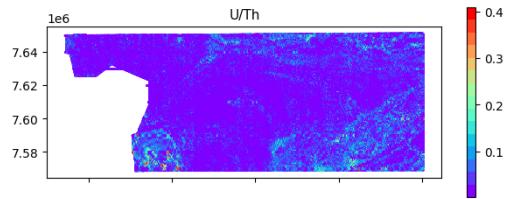
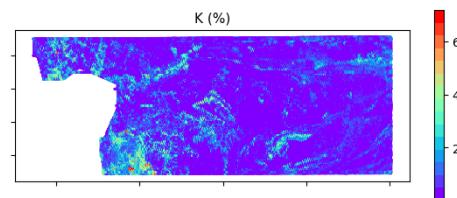
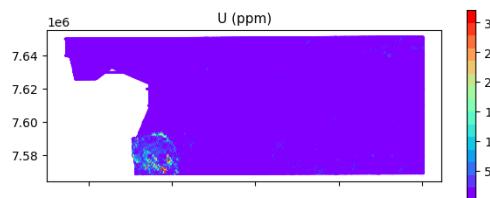
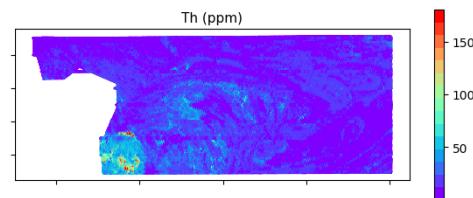
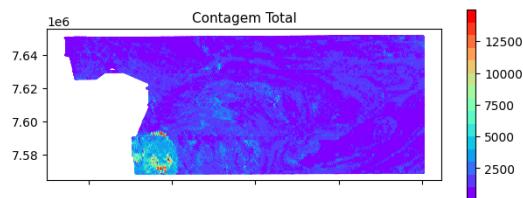
	count	mean	std	min	0.1%	1%	\
CTCOR	525310.0	1273.519179	1717.829015	0.001	0.00100	0.0010	\
eTh	525310.0	16.685630	22.941761	0.001	0.00100	0.6000	
eU	525310.0	0.548357	3.201134	0.001	0.00100	0.0010	
KPERC	525310.0	0.676153	0.860617	0.001	0.00100	0.0010	

MDT	525310.0	937.394729	144.556802	562.040	578.53309	658.3936
THKRAZAO	525310.0	106.517030	593.296064	0.155	0.78800	2.2970
UTHRAZAO	525310.0	0.029394	0.038242	0.001	0.00100	0.0010
UKRAZAO	525310.0	2.911118	84.418047	0.002	0.00400	0.0060
		5%	25%	50%	75%	99.95%
CTCOR	340.8245	719.060	1066.715	1495.9900	14986.650000	450895.020
eTh	4.3000	9.000	13.600	19.7000	180.600000	6371.400
eU	0.0010	0.001	0.200	0.6000	32.069100	934.800
KPERC	0.0010	0.134	0.355	0.8760	7.176000	24.286
MDT	772.3700	844.810	901.020	992.0700	1506.794915	1782.280
THKRAZAO	5.2500	15.353	35.458	97.7685	1845.198000	205529.094
UTHRAZAO	0.0010	0.003	0.016	0.0430	0.410346	1.328
UKRAZAO	0.0140	0.094	0.595	2.1440	77.079000	30156.090

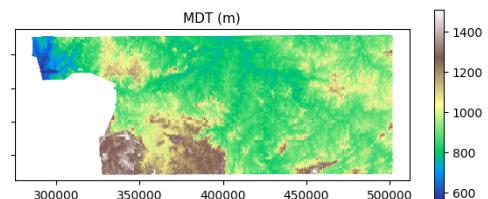


```
[17]: plot_raw_gama_data(gama_3022_positive, 'Dados radiométricos tratadas : value <= 0_<br> ↵== 0.001')
```

Dados radiométricos tratadas : value <= 0 == 0.001



24



## 2.2.2 Projeto 1039

```
[18]: gama_1039.rename(columns={'CTC': 'CTCOR', 'KC': 'KPERC', 'UC': 'eU', 'THC':  
    'eTh'}, inplace=True)
```

```
[19]: gama_1039_positive=remove_negative_values(gama_1039,lista=['X','Y','LATITUDE','LONGITUDE','geom'])  
  
gama_1039_positive['UTHRAZAO']=gama_1039_positive['eU']/gama_1039_positive['eTh']  
gama_1039_positive['UKRAZAO']=gama_1039_positive['eU']/  
    ↪gama_1039_positive['KPERC']  
gama_1039_positive['THKRAZAO']=gama_1039_positive['eTh']/  
    ↪gama_1039_positive['KPERC']
```

Atributo - eTh

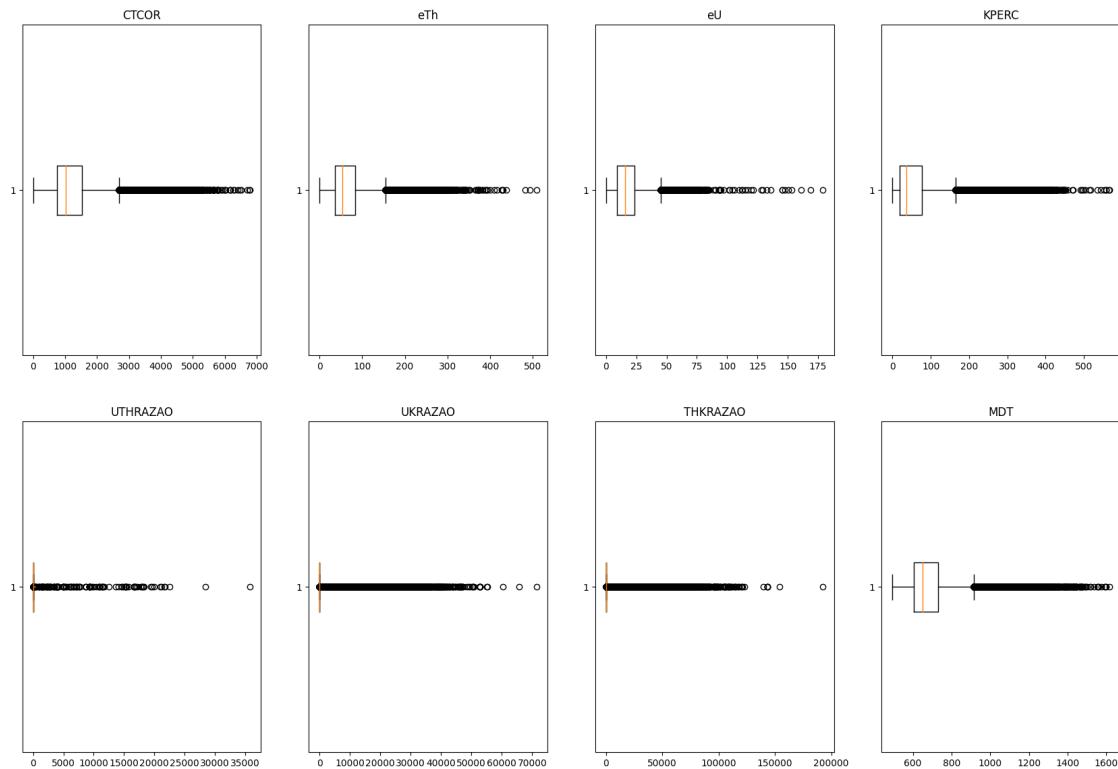
Atributo - eU

Atributo - KPERC

Atributo - CTCOR

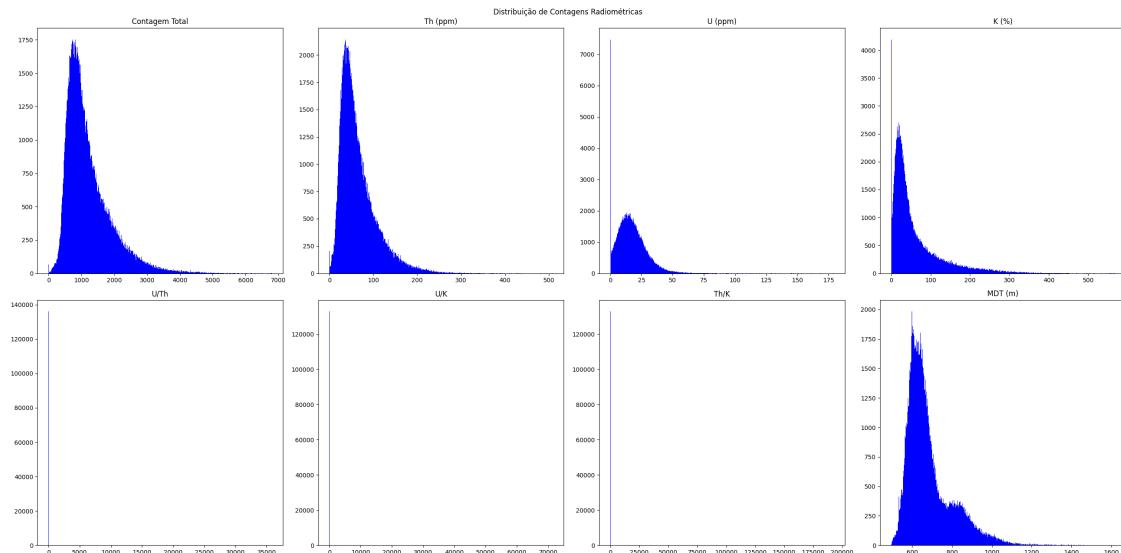
Atributo - MDT

```
[20]: plot_boxplots(gama_1039,gama_FEAT)
```



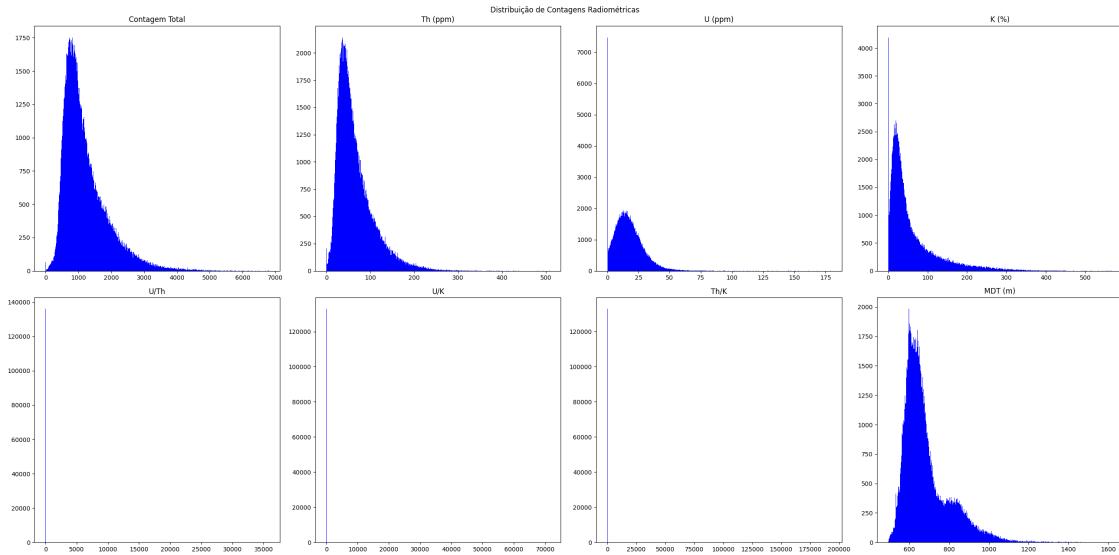
[21]: `plot_histograms(gama_1039)`

	count	mean	std	min	0.1%	
CTCOR	136171.0	1217.949255	695.287355	0.001000	84.408400	\
eTh	136171.0	65.590583	42.358837	0.001000	0.001000	
eU	136171.0	16.948117	11.460870	0.001000	0.001000	
KPERC	136171.0	59.925998	64.414913	0.001000	0.001000	
MDT	136171.0	685.486466	118.314475	494.500000	503.537669	
THKRAZAO	136171.0	998.951773	7051.884789	0.000005	0.001675	
UTHRAZAO	136171.0	8.633204	337.152505	0.000002	0.000005	
UKRAZAO	136171.0	432.079279	3132.728481	0.000002	0.000004	
	1%	5%	25%	50%	75%	
CTCOR	300.397000	469.025000	736.690000	1025.230000	1518.265000	\
eTh	9.757000	19.610000	36.190000	54.200000	83.620000	
eU	0.001000	0.001000	8.820000	15.580000	23.300000	
KPERC	0.001000	3.895000	18.590000	35.940000	77.220000	
MDT	530.376184	559.067596	605.423828	650.630859	728.902435	
THKRAZAO	0.176338	0.306527	0.732829	1.526891	2.905699	
UTHRAZAO	0.000009	0.000093	0.146673	0.277410	0.455387	
UKRAZAO	0.000009	0.000345	0.149515	0.377850	0.870926	
	99.95%	max				
CTCOR	5265.903900	6797.270000				
eTh	312.873050	509.050000				
eU	78.209800	179.140000				
KPERC	414.609400	566.690000				
MDT	1396.717191	1616.607056				
THKRAZAO	95578.300000	192660.000000				
UTHRAZAO	6247.450000	35840.000000				
UKRAZAO	40006.600000	71460.000000				



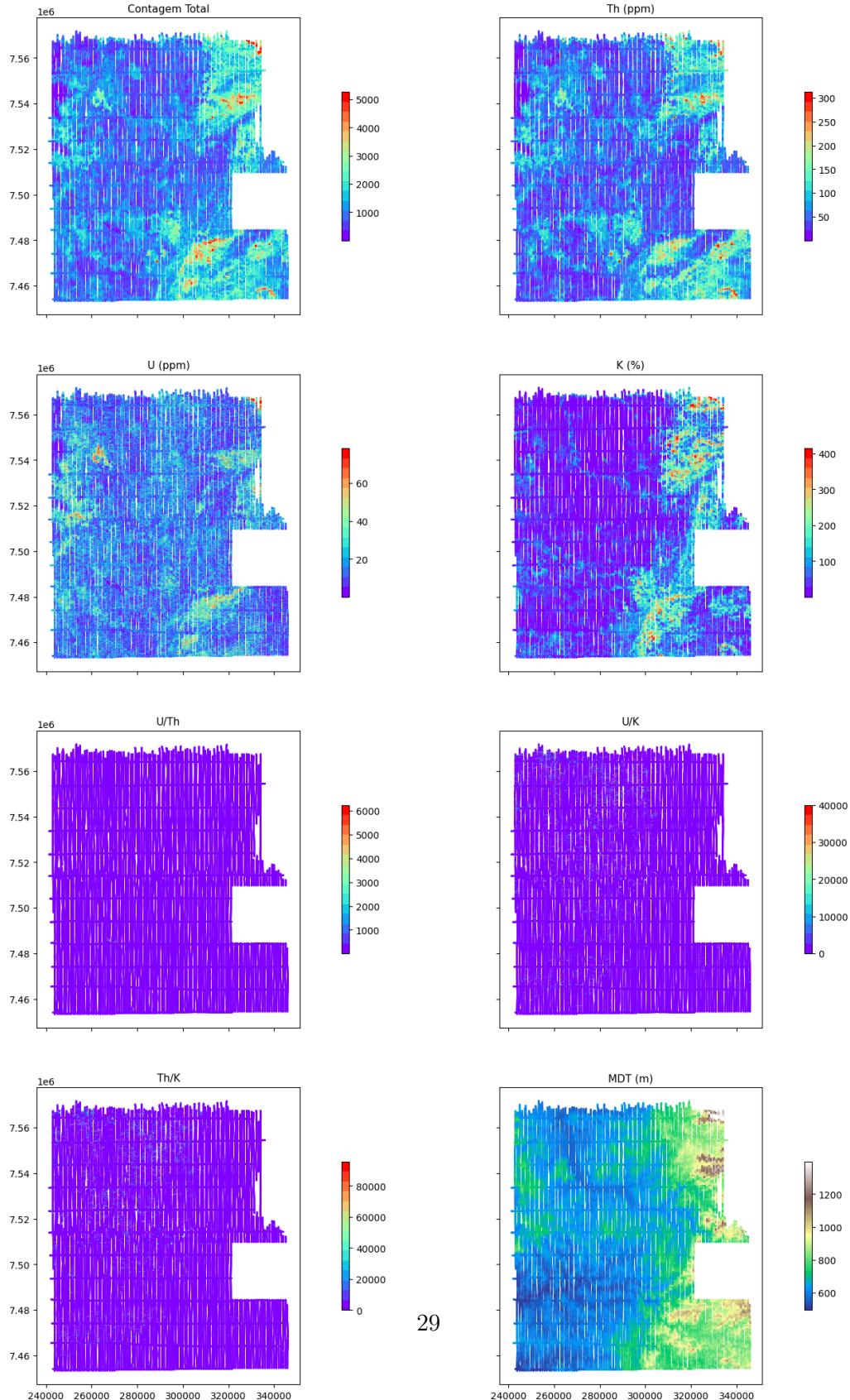
```
[22]: plot_histograms(gama_1039_positive)
```

	count	mean	std	min	0.1%	\
CTCOR	136171.0	1217.949255	695.287355	0.001000	84.408400	\
eTh	136171.0	65.590583	42.358837	0.001000	0.001000	
eU	136171.0	16.948117	11.460870	0.001000	0.001000	
KPERC	136171.0	59.925998	64.414913	0.001000	0.001000	
MDT	136171.0	685.486466	118.314475	494.500000	503.537669	
THKRAZAO	136171.0	998.951773	7051.884789	0.000005	0.001675	
UTHRAZAO	136171.0	8.633204	337.152505	0.000002	0.000005	
UKRAZAO	136171.0	432.079279	3132.728481	0.000002	0.000004	
	1%	5%	25%	50%	75%	\
CTCOR	300.397000	469.025000	736.690000	1025.230000	1518.265000	\
eTh	9.757000	19.610000	36.190000	54.200000	83.620000	
eU	0.001000	0.001000	8.820000	15.580000	23.300000	
KPERC	0.001000	3.895000	18.590000	35.940000	77.220000	
MDT	530.376184	559.067596	605.423828	650.630859	728.902435	
THKRAZAO	0.176338	0.306527	0.732829	1.526891	2.905699	
UTHRAZAO	0.000009	0.000093	0.146673	0.277410	0.455387	
UKRAZAO	0.000009	0.000345	0.149515	0.377850	0.870926	
	99.95%	max				
CTCOR	5265.903900	6797.270000				
eTh	312.873050	509.050000				
eU	78.209800	179.140000				
KPERC	414.609400	566.690000				
MDT	1396.717191	1616.607056				
THKRAZAO	95578.300000	192660.000000				
UTHRAZAO	6247.450000	35840.000000				
UKRAZAO	40006.600000	71460.000000				



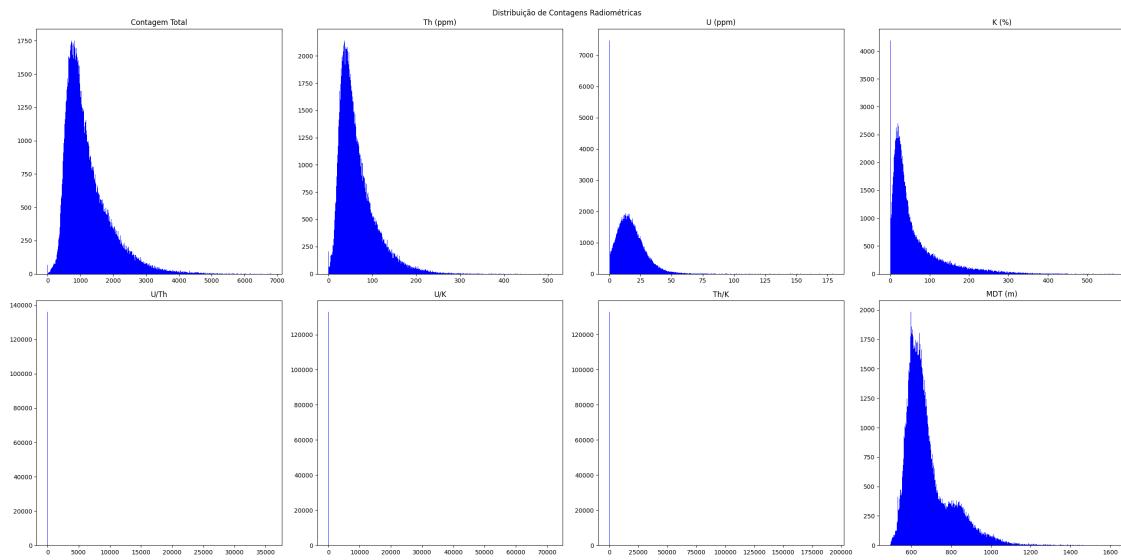
```
[23]: plot_raw_gama_data(gama_1039,suptitle='Dados Radiométricos brutos  
→(XYZ)',orientation='vertical')
```

Dados Radiométricos brutos (XYZ)

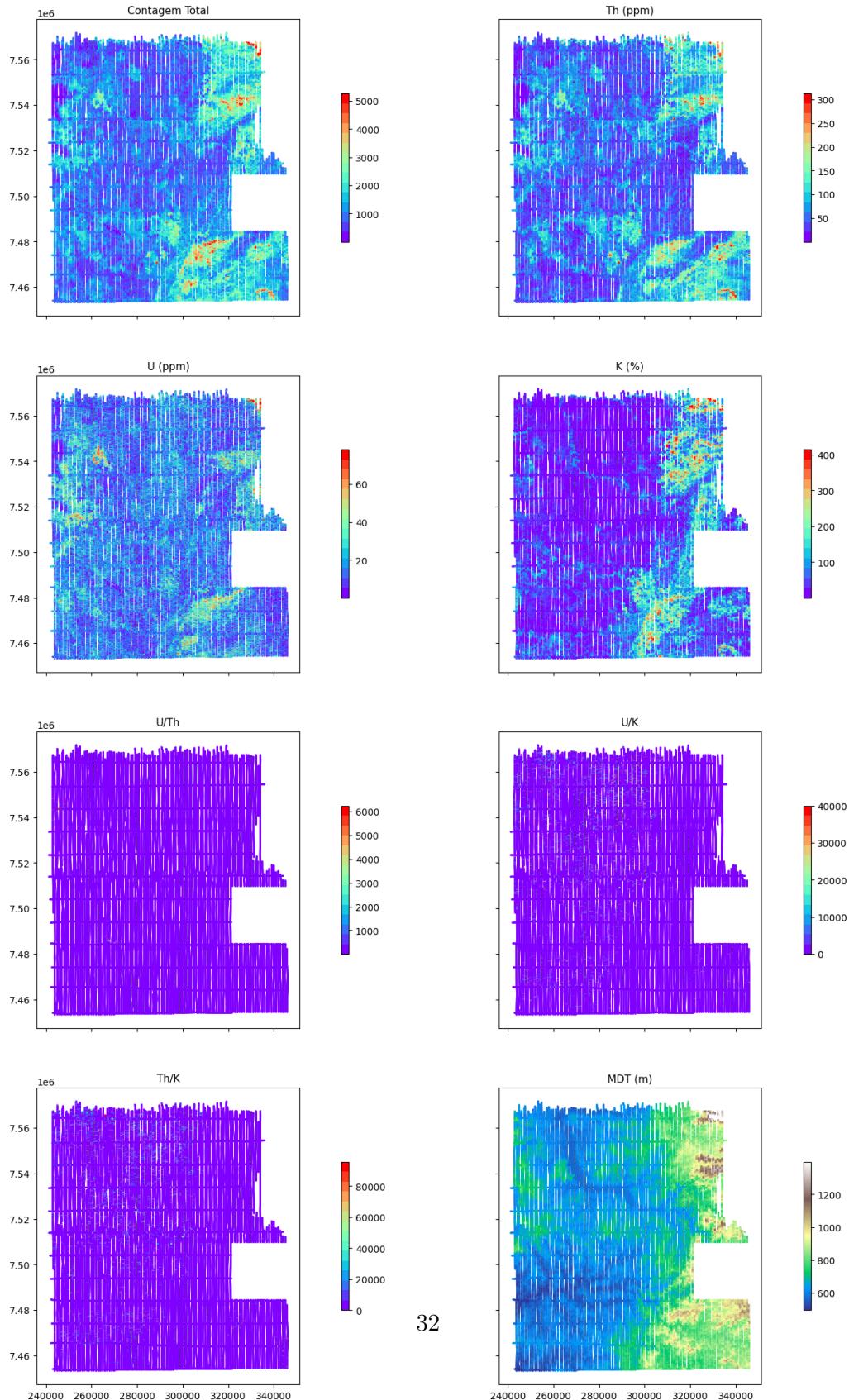


```
[24]: plot_histograms(gama_1039_positive)
plot_raw_gama_data(gama_1039_positive, 'Dados radiométricos tratadas : value <= 0.001')
```

	count	mean	std	min	0.1%	\
CTCOR	136171.0	1217.949255	695.287355	0.001000	84.408400	\
eTh	136171.0	65.590583	42.358837	0.001000	0.001000	
eU	136171.0	16.948117	11.460870	0.001000	0.001000	
KPERC	136171.0	59.925998	64.414913	0.001000	0.001000	
MDT	136171.0	685.486466	118.314475	494.500000	503.537669	
THKRAZAO	136171.0	998.951773	7051.884789	0.000005	0.001675	
UTHRAZAO	136171.0	8.633204	337.152505	0.000002	0.000005	
UKRAZAO	136171.0	432.079279	3132.728481	0.000002	0.000004	
	1%	5%	25%	50%	75%	\
CTCOR	300.397000	469.025000	736.690000	1025.230000	1518.265000	\
eTh	9.757000	19.610000	36.190000	54.200000	83.620000	
eU	0.001000	0.001000	8.820000	15.580000	23.300000	
KPERC	0.001000	3.895000	18.590000	35.940000	77.220000	
MDT	530.376184	559.067596	605.423828	650.630859	728.902435	
THKRAZAO	0.176338	0.306527	0.732829	1.526891	2.905699	
UTHRAZAO	0.000009	0.000093	0.146673	0.277410	0.455387	
UKRAZAO	0.000009	0.000345	0.149515	0.377850	0.870926	
	99.95%	max				
CTCOR	5265.903900	6797.270000				
eTh	312.873050	509.050000				
eU	78.209800	179.140000				
KPERC	414.609400	566.690000				
MDT	1396.717191	1616.607056				
THKRAZAO	95578.300000	192660.000000				
UTHRAZAO	6247.450000	35840.000000				
UKRAZAO	40006.600000	71460.000000				

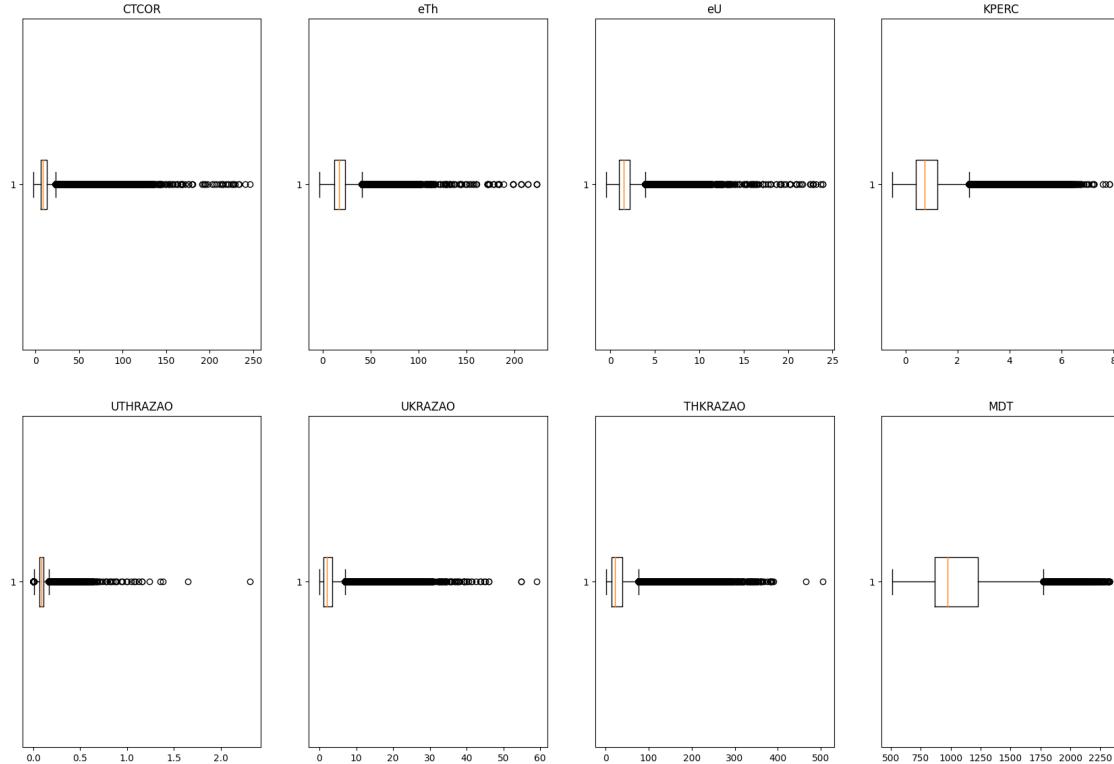


Dados radiométricos tratadas : value <= 0 == 0.001



### 2.2.3 Projeto 1105

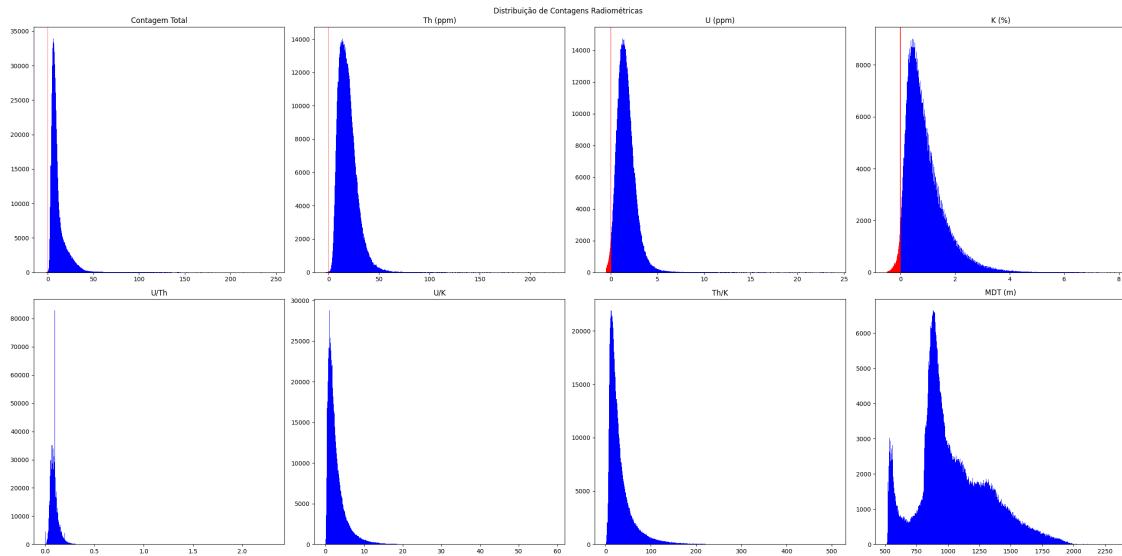
[25]: `plot_boxplots(gama_1105,gama_FEAT)`



[26]: `plot_histograms(gama_1105)`

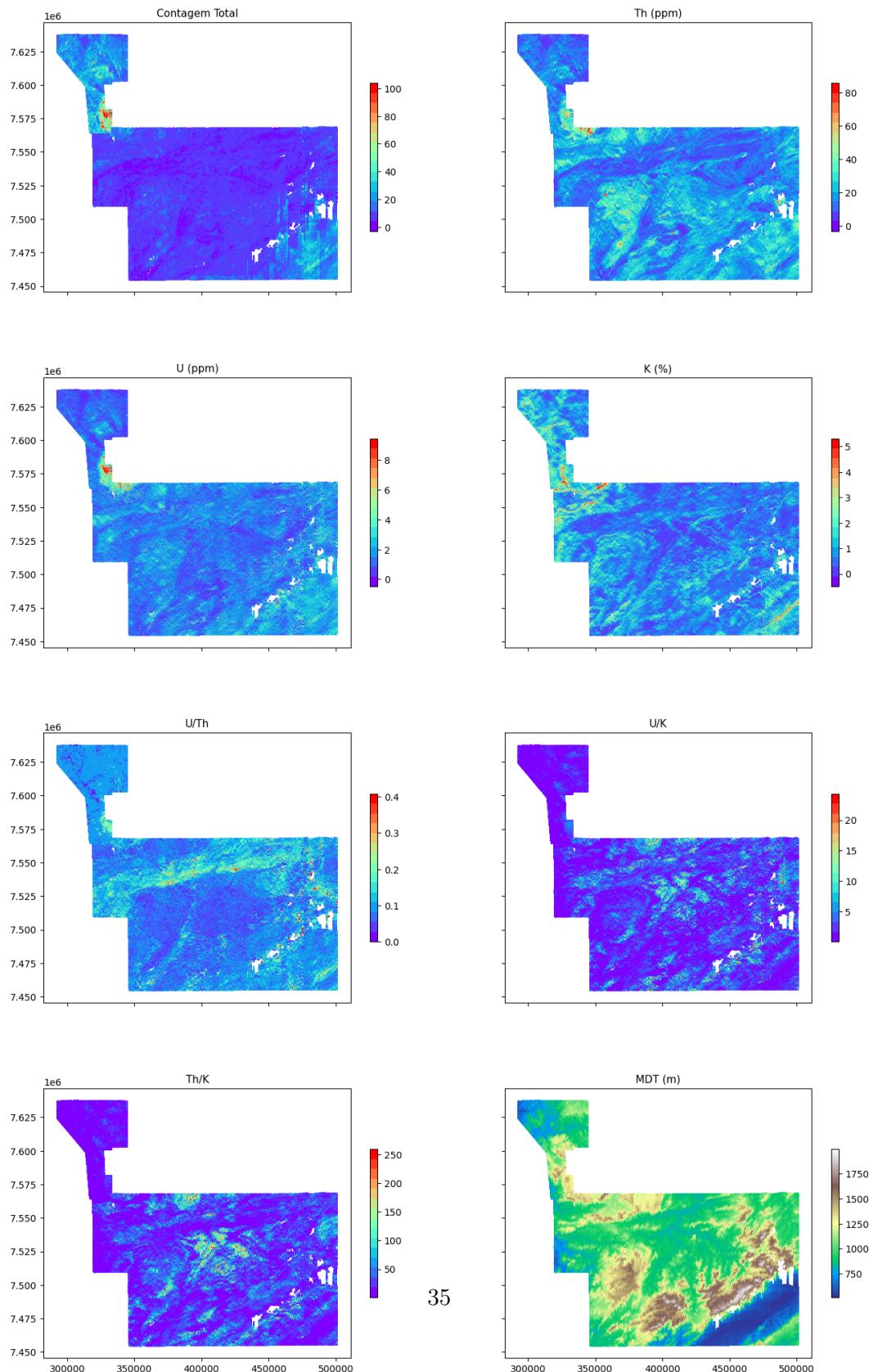
	count	mean	std	min	0.1%	1%
CTCOR	634436.0	10.984453	9.035009	-2.947	1.047000	2.41635 \
eTh	634436.0	18.916825	9.479077	-3.080	2.199000	4.75000
eU	634436.0	1.647297	1.010514	-0.500	-0.401000	-0.08900
KPERC	634436.0	0.909209	0.715278	-0.499	-0.329000	-0.07700
MDT	634436.0	1042.974653	289.630767	513.280	521.130000	532.14350
THKRAZAO	634436.0	31.907327	29.382652	1.079	2.655435	4.98135
UTHRAZAO	634436.0	0.095015	0.042974	0.000	0.000000	0.02100
UKRAZAO	634436.0	2.808605	2.579272	0.046	0.161000	0.30000
	5%	25%	50%	75%	99.95%	max
CTCOR	3.510	5.778	8.235	12.591	103.678250	246.600
eTh	7.186	12.131	17.384	23.765	85.542900	223.136
eU	0.320	0.977	1.518	2.155	9.460000	23.934

KPERC	0.115	0.411	0.733	1.225	5.309000	7.840
MDT	567.780	864.650	974.980	1229.180	1997.231200	2326.220
THKRAZAO	7.650	13.883	22.470	38.717	259.447173	505.144
UTHRAZAO	0.043	0.068	0.091	0.109	0.407000	2.311
UKRAZAO	0.544	1.192	2.025	3.512	24.311213	59.007



```
[27]: plot_raw_gama_data(gama_1105,suptitle='DADOS AEROGAMAESPECTROMÉTRICO')
```

DADOS AEROGAMAESPECTROMÉTRICO



```
[28]: gama_1105_positive = remove_negative_values(gama_1105)
```

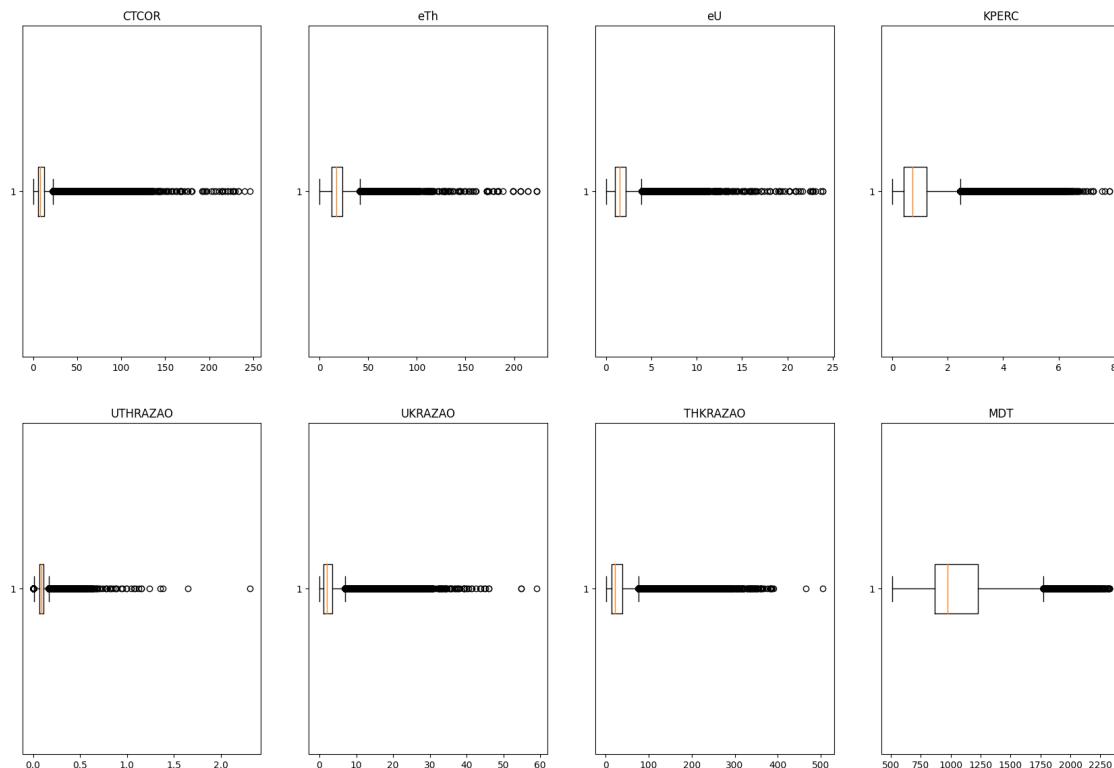
Atributo - KPERC  
Atributo - eU  
Atributo - eTh  
Atributo - UTHRAZAO  
Atributo - UKRAZAO  
Atributo - MDT  
Atributo - THKRAZAO  
Atributo - CTCOR

```
[12]: plot_histograms(gama_1105_positive)
```

```
-----
NameError                                                 Traceback (most recent call last)
Cell In[12], line 1
----> 1 plot_histograms(gama_1105_positive)

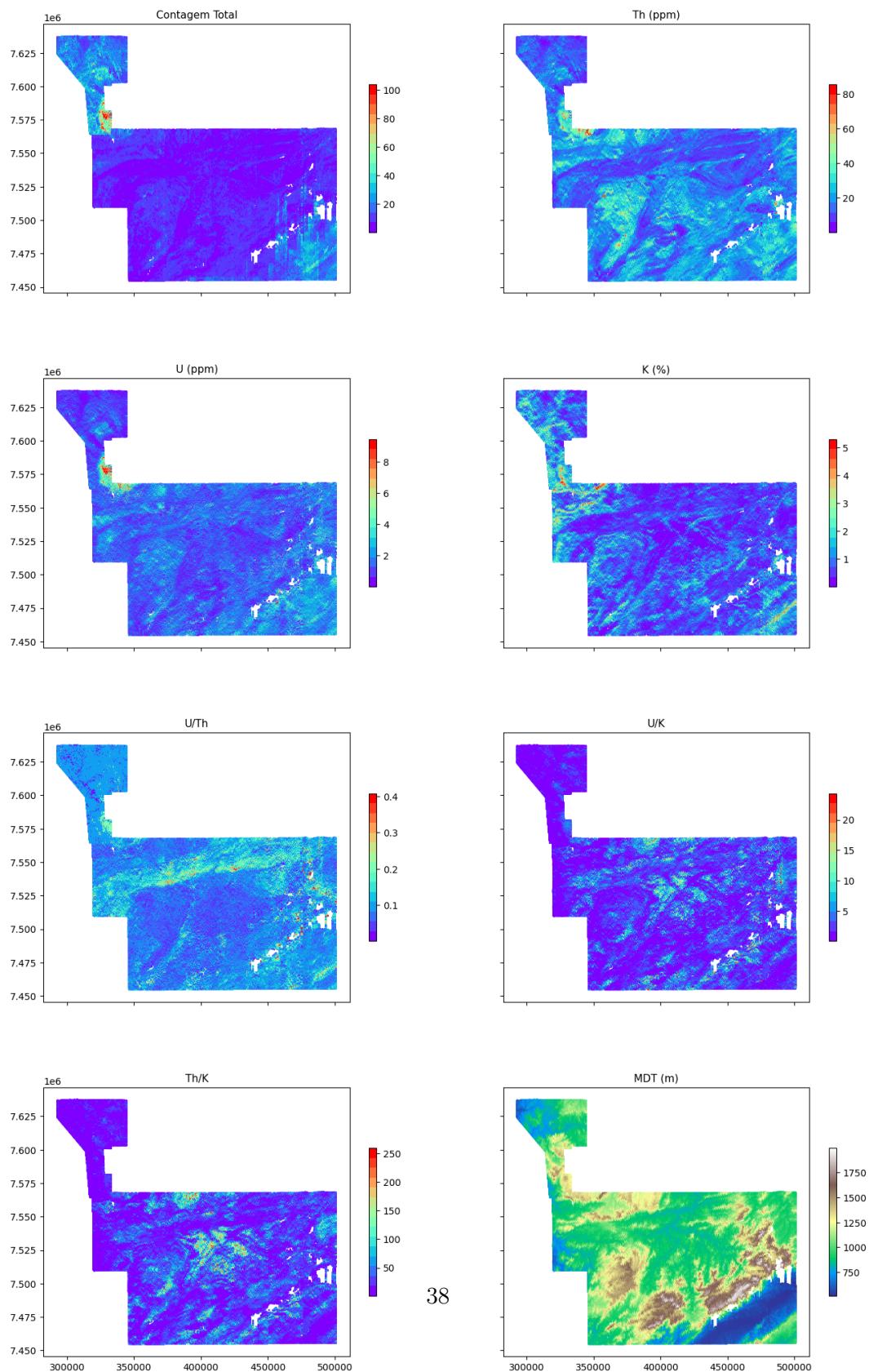
NameError: name 'gama_1105_positive' is not defined
```

```
[30]: plot_boxplots(gama_1105_positive,gama_FEAT)
```



```
[31]: plot_raw_gama_data(gama_1105_positive,'Dados radiométricos tratadas : value <= 0_
˓→== 0.001')
```

Dados radiométricos tratadas : value <= 0 == 0.001



## 2.3 Removendo valores negativos das contagens radiométricas

## 2.4 CONSTRUINDO UM GRID SINTÉTICO

```
[32]: # REMOVING PART OF THE SINTETIC GRID
''

df_xu_yu = pd.DataFrame(np.array([xu,yu]))
df_xu_yu=df_xu_yu.T
df_xu_yu.rename(columns={0: 'xu',1: 'yu'},inplace=True)

df_xu_yu[(df_xu_yu.xu < 540937) & (df_xu_yu.yu > 8866937)]

df_xu_yu.drop(df_xu_yu[(df_xu_yu.xu < 540937) & (df_xu_yu.yu > 8866937)].index,inplace=True)
plt.figure(figsize=(18,12))

plt.scatter(df_xu_yu.xu,df_xu_yu.yu,s=0.1,marker='.')
plt.axis('scaled')
'''
```

```
[32]: "ndf_xu_yu = pd.DataFrame(np.array([xu,yu]))\nndf_xu_yu=df_xu_yu.T\nndf_xu_yu.rename(columns={0: 'xu',1: 'yu'},inplace=True)\n\nndf_xu_yu[(df_xu_yu.xu < 540937) & (df_xu_yu.yu > 8866937)]\n\nndf_xu_yu.drop(ndf_xu_yu[(df_xu_yu.xu < 540937) & (df_xu_yu.yu > 8866937)].index,inplace=True)\nplt.figure(figsize=(18,12))\n\nplt.scatter(df_xu_yu.xu,df_xu_yu.yu,s=0.1,marker='.')\nplt.axis('scaled')\n"
```

## 3 Interpolação dos dados Brutos

### 3.1 Método Cúbico

```
[33]: # Test de área

# area=(344093.45426573796, 396417.36691108724, 7621768.799495494, 7677527.
# →304557458)
# int((area[3]-area[2])/100),int((area[1]-area[0])/100)
```

```
[34]: #traditional_interpolation(quadricula, 'mag_3022', 'gama_3022', 'cubic', 'geof_3022')
```

```
[35]: #list(quadricula['SF23_VC'].keys())
```

```
[36]: #df = quadricula['SF23_VC']['geof_3022_cubic']
# plt.figure(figsize=(12,12))
# plt.scatter(x=df.X,y=df.Y,c=df.GMT,cmap='rainbow')
# plt.axis('scaled')
```

```
[37]: # Print the output. a=
#descript_cubic = df.describe(percentiles)
#descript_cubic[['eU', 'eTh', 'KPERC', 'CTCOR', 'UTHRAZAO', 'THKRAZAO', 'UKRAZAO']].T
```

```
[38]: #plot_histograms(geof_1089_cubic,suptitle='Distribuição dos dados radiométricos
↪ interpolados (cúbico, pixel 100m)')
#plot_raw_data(geof_1089_cubic,suptitle='Dados radiométricos interpolados
↪ (cúbico, pixel 100m)')
```

## 3.2 Método Nearest

```
[39]: #plot_histograms(geof_1089_nearest,suptitle='Distribuição dos dados
↪ radiométricos interpolados (nearest, pixel 100m)')
```

```
[40]: #plot_raw_data(geof_1089_nearest,suptitle='Dados radiométricos interpolados
↪ (nearest, pixel 100m)')
```

## 3.3 Método Linear

```
[41]: traditional_interpolation(quadricula, 'mag_3022', 'gama_3022', 'linear', 'geof_3022')
```

- Folha: SF23\_VC\_III3  
Atributo - ALTURA  
Atributo - MAGIGRF  
Atributo - MDT  
Atributo - CTCOR  
Atributo - eTh  
Atributo - eU  
Atributo - KPERC  
Atributo - MDT  
Atributo - THKRAZAO  
Atributo - UKRAZAO  
Atributo - UTHRAZAO  
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],  
dtype='object')  
- Folha: SF23\_VC\_III4  
Atributo - ALTURA  
Atributo - MAGIGRF  
Atributo - MDT  
Atributo - CTCOR  
Atributo - eTh  
Atributo - eU  
Atributo - KPERC  
Atributo - MDT  
Atributo - THKRAZAO  
Atributo - UKRAZAO  
Atributo - UTHRAZAO

```

Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VC_VI2
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VC_VI4
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_I3
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_IV1
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT

```

```
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_IV3
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_I4
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_IV2
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
```

```

Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_IV4
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGICRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_II3
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGICRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_V1
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGICRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_V3
Atributo - ALTURA

```

```

Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_II4
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_V2
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_V4
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC

```

```

Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_III3
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGICRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_VI1
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGICRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
    - Folha: SF23_VD_VI3
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGICRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGICRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')

```

```

- Folha: SF23_VD_III4
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_VD_VI2
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_VD_VI4
Atributo - ALTURA
Atributo - MAGIGRF
Atributo - MDT
Atributo - CTCOR
Atributo - eTh
Atributo - eU
Atributo - KPERC
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - UTHRAZAO
Index(['ALTURA', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'MAGIGRF', 'MDT', 'X', 'Y'],
      dtype='object')

[ ]: traditional_interpolation(quadricula,'mag_line_1105','gama_line_1105','linear','geof_1105')

- Folha: SF23_YB_I1
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT

```

```

Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_I3
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_IV1
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_IV3
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT

```

```

Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_I2
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_I4
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_IV2
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT

```

```

Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_IV4
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_III1
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_II3
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT

```

```

Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_V1
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_V3
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_II2
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT

```

```

Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_II4
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_V2
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_V4
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT

```

```

Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_III1
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_III3
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT
Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')
- Folha: SF23_YB_VI1
Atributo - ALTURA
Atributo - MDT

```

```

Atributo - ALTURA_1
Atributo - MAGIGRF
Atributo - KPERC
Atributo - eU
Atributo - eTh
Atributo - UTHRAZAO
Atributo - UKRAZAO
Atributo - MDT
Atributo - THKRAZAO
Atributo - CTCOR
Index(['ALTURA', 'X', 'Y', 'MDT', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'ALTURA_1',
       'MAGIGRF'],
      dtype='object')

```

```

[ ]: plt.figure(figsize=(24,16))

# PLOTANDO A MALHA CARTOGRÁFICA
for id in list(quadricula.keys()):
    carta=quadricula[id]
    plt.plot(*transform_to_carta_utm(carta['folha']).exterior.xy,color='black')

# PLOTANDO OS DADOS INTERPOLADOS
for data in list(carta.keys())[2:]:
    if 'geof' in data:
        plt.scatter(carta[data].X, carta[data].Y,c=carta[data].
→eU,cmap='rainbow',s=0.5,marker='H')
        plt.axis('scaled')
    # SE NÃO TIVER DADOS NÃO PLOTA NADA
    else:
        pass

plt.suptitle('Área de cobertura dos levantamentos aerogeofísicos')
plt.tight_layout()

```

```
[ ]: traditional_interpolation(quadricula,'mag_1039','gama_1039','linear','geof_1039')
```

```

[ ]: plt.figure(figsize=(24,16))

for id in list(quadricula.keys()):
    carta=quadricula[id]
    plt.plot(*transform_to_carta_utm(carta['folha']).exterior.xy,color='black')

for data in list(carta.keys())[2:]:
    if 'geof' in data:
        plt.scatter(carta[data].X, carta[data].Y,c=carta[data].
→MDT,cmap='terrain',s=0.5,marker='H')
        plt.axis('scaled')

```

```

        else:
            pass

plt.suptitle('Área de cobertura dos levantamentos aerogeofísicos')
plt.tight_layout()

```

## 4 Classificações Não-Supervisionadas

### 4.1 Self-organizing maps (SOM)

```
[ ]: import matplotlib
import seaborn as sns
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn_som.som import SOM

def plot_corr(dataframe, size=10):
    plt.figure(figsize = (size+size*0.2, size), facecolor='w')
    corrMatrix = dataframe.corr()
    sns.heatmap(np.round(corrMatrix,2), annot=True)
    plt.xticks(rotation=90, ha='right')
    plt.yticks(rotation=0, ha='right')
```

#### 4.1.1 SF23\_YA\_III2

```
[ ]: SF23_YA_III2 = quadricula['SF23_YA_III2']['geof_1105_linear']
plot_histograms(SF23_YA_III2)

plot_boxplots(SF23_YA_III2,gama_FEAT)

plot_raw_gama_data(SF23_YA_III2,suptitle='Dados Radiométricos interpolados
→(Algoritmo: Linear)',figsize=(27,16))

SF23_YA_III2.rename(columns={'GMT':'MAGICRF'},inplace=True)
plot_raw_mag_data(SF23_YA_III2,suptitle='Dados Magnetométricos interpolados
→(Algoritmo: Linear)')
```

```
[ ]: SF23_YA_III2.rename(columns={'X':'E_utm','Y':'N_utm'},inplace=True)
#df_rs.fillna(0,inplace=True)

xpixel_size = (SF23_YA_III2.E_utm.max()-SF23_YA_III2.E_utm.min())/SF23_YA_III2.
    →E_utm.unique().size
ypixel_size = (SF23_YA_III2.N_utm.max()-SF23_YA_III2.N_utm.min())/SF23_YA_III2.
    →N_utm.unique().size
print('x:', xpixel_size, 'y:', ypixel_size)

nx=SF23_YA_III2.E_utm.unique().size
```

```

ny=SF23_YA_III2.N_utm.unique().size
ratio=ny/nx
xs = SF23_YA_III2.E_utm.values.reshape(ny, nx)
ys = SF23_YA_III2.N_utm.values.reshape(ny, nx)

features = list(SF23_YA_III2.columns[2:])

plot_corr(SF23_YA_III2[features], size=11)
# plt.savefig('figs/correlation_matrix.png', dpi=400, bbox_inches='tight')

```

[ ]: data = StandardScaler().fit\_transform(SF23\_YA\_III2[features].values)

```

# data = df_rs[features].values

# NÚMERO DE CLASSE
n_clusters=11
lito_SOM = SOM(m=n_clusters,
                n=1,
                sigma=1.5,
                dim=len(features),
                max_iter=10000)

lito_SOM.fit(data)

# predição de classes
predictions = lito_SOM.predict(data)

# create labels
cluster_labels=[]
for i in range(n_clusters):
    cluster_labels+=[f'Classe {i+1}']

# classes weights
fig, ax = plt.subplots(figsize=(19,19))
im=ax.matshow(lito_SOM.weights)
for (i, j), z in np.ndenumerate(lito_SOM.weights):
    ax.text(j, i, '{:0.2f}'.format(z), ha='center', va='center')

plt.yticks(range(n_clusters), cluster_labels, fontsize=9)
plt.xticks(range(len(features)), features, rotation=55, fontsize=10, ha='left')
fig.colorbar(im, label='weights', orientation='horizontal')
plt.gca().set_aspect('equal')
plt.gcf().set_size_inches(10, 10)
plt.show()

```

[ ]: id\_ = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11]
relcolor = matplotlib.cm.Set3

```

colors = np.array(relcolor.colors)[id_]
relcolor = matplotlib.colors.ListedColormap(colors)

idxs=np.arange(0, n_clusters, 1)
half=(idxs[1]-idxs[0])/2
ticks=np.linspace(idxs[0]+half, idxs[-1]-half, n_clusters)

datafig, ax=plt.subplots(figsize=(12, 12), facecolor='w')
im=plt.pcolormesh(xs, ys, predictions.reshape(ny, nx), cmap=relcolor, □
    →shading='auto')
plt.xlim(xs.min(), xs.max())
plt.ylim(ys.min(), ys.max())

cbar_ax = fig.add_axes([0.93, 0.3, 0.05, 0.4])
cbar = fig.colorbar(im, cax=cbar_ax, label = u'Classes', □
    →orientation='vertical',cmap='viridis',ticks=ticks)
cbar.ax.set_yticklabels(cluster_labels, fontsize=8)

plt.suptitle('SOM - Aerogeophysical Data (SF23_YA_III4)')
plt.axis('scaled')
plt.tight_layout()
plt.show()

```

#### 4.1.2 SF23\_YA\_III4

```

[ ]: df = quadricula['SF23_YA_III4']['geof_1105_linear']
plot_histograms(df)

[ ]: plot_raw_gama_data(df,suptitle='Dados Radiométricos interpolados (Algoritmo:□
    →Linear)',figsize=(27,16))
df.rename(columns={'GMT':'MAGICRF'},inplace=True)
plot_raw_mag_data(df,suptitle='Dados Magnetométricos interpolados (Algoritmo:□
    →Linear)')

```

#### 4.1.3 Pixel size

```

[ ]: df_rs = df
df_rs.rename(columns={'X':'E_utm','Y':'N_utm'},inplace=True)
#df_rs.fillna(0,inplace=True)

xpixel_size = (df_rs.E_utm.max()-df_rs.E_utm.min())/df_rs.E_utm.unique().size
ypixel_size = (df_rs.N_utm.max()-df_rs.N_utm.min())/df_rs.N_utm.unique().size
print('x:', xpixel_size, 'y:', ypixel_size)

nx=df_rs.E_utm.unique().size
ny=df_rs.N_utm.unique().size

```

```

ratio=ny/nx
xs = df_rs.E_utm.values.reshape(ny, nx)
ys = df_rs.N_utm.values.reshape(ny, nx)

features = list(df_rs.columns[2:])

plot_corr(df_rs[features], size=11)
# plt.savefig('figs/correlation_matrix.png', dpi=400, bbox_inches='tight')

```

[ ]: data = StandardScaler().fit\_transform(df[features].values)

```

# data = df_rs[features].values

# NÚMERO DE CLASSE
n_clusters=5
lito_SOM = SOM(m=n_clusters,
                n=1,
                sigma=1.5,
                dim=len(features),
                max_iter=10000)

lito_SOM.fit(data)

# predição de classes
predictions = lito_SOM.predict(data)

# create labels
cluster_labels=[]
for i in range(n_clusters):
    cluster_labels+=[f'Classe {i+1}']

# classes weights
fig, ax = plt.subplots(figsize=(19,19))
im=ax.matshow(lito_SOM.weights)
for (i, j), z in np.ndenumerate(lito_SOM.weights):
    ax.text(j, i, '{:0.2f}'.format(z), ha='center', va='center')

plt.yticks(range(n_clusters), cluster_labels, fontsize=9)
plt.xticks(range(len(features)), features, rotation=55, fontsize=10, ha='left')
fig.colorbar(im, label='weights', orientation='horizontal')
plt.gca().set_aspect('equal')
plt.gcf().set_size_inches(10, 10)
plt.show()

```

[ ]: id\_ = [1,2,3,4,5]
relcolor = matplotlib.cm.Set3
colors = np.array(relcolor.colors)[id\_]

```

relcolor = matplotlib.colors.ListedColormap(colors)

idxs=np.arange(0, n_clusters, 1)
half=(idxs[1]-idxs[0])/2
ticks=np.linspace(idxs[0]+half, idxs[-1]-half, n_clusters)

datafig, ax=plt.subplots(figsize=(12, 12), facecolor='w')
im=plt.pcolormesh(xs, ys, predictions.reshape(ny, nx), cmap=relcolor, □
    ↪shading='auto')
plt.xlim(xs.min(), xs.max())
plt.ylim(ys.min(), ys.max())

cbar_ax = fig.add_axes([0.93, 0.3, 0.05, 0.4])
cbar = fig.colorbar(im, cax=cbar_ax, label = u'Classes', □
    ↪orientation='vertical',cmap='viridis',ticks=ticks)
cbar.ax.set_yticklabels(cluster_labels, fontsize=8)

plt.suptitle('SOM - Aerogeophysical Data (SF23_YA_III4)')
plt.axis('scaled')
plt.tight_layout()
plt.show()

```

```

[ ]: n_clusters=11
lito_SOM = SOM(m=n_clusters, n=1, sigma=1.5, dim=len(features), max_iter=10000)
lito_SOM.fit(data)

# predição de classes
predictions = lito_SOM.predict(data)

# create labels
cluster_labels=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11]
for i in range(n_clusters):
    cluster_labels+=[f'Classe {i+1}']

# classes weights
fig, ax = plt.subplots(figsize=(27,27))
im=ax.matshow(lito_SOM.weights)

for (i, j), z in np.ndenumerate(lito_SOM.weights):
    ax.text(j, i, '{:0.2f}'.format(z), ha='center', va='center')

plt.yticks(range(n_clusters), cluster_labels, fontsize=8)
plt.xticks(range(len(features)), features, rotation=55, fontsize=9, ha='left')
fig.colorbar(im, label='weights', orientation='horizontal',cmap='Reds')
plt.gca().set_aspect('equal')
plt.gcf().set_size_inches(15, 10)

```

```

plt.show()

id_ = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11]

relcolor = matplotlib.cm.Set3
colors = np.array(relcolor.colors)[id_]
relcolor = matplotlib.colors.ListedColormap(colors)

idxs=np.arange(0, n_clusters, 1)
half=(idxs[1]-idxs[0])/2
ticks=np.linspace(idxs[0]+half, idxs[-1]-half, n_clusters)

datafig, ax=plt.subplots(figsize=(12, 12), facecolor='w')
im=plt.pcolormesh(xs, ys, predictions.reshape(ny, nx), cmap=relcolor, □
    ↪shading='auto')
plt.xlim(xs.min(), xs.max())
plt.ylim(ys.min(), ys.max())
cbar_ax = fig.add_axes([0.93, 0.3, 0.05, 0.4])
cbar = fig.colorbar(im, cax=cbar_ax, label = u'Classes', orientation='vertical',
    ticks=ticks)
cbar.ax.set_yticklabels(cluster_labels, fontsize=8)
plt.suptitle('SOM - Aerogeophysical Data ()')
plt.axis('scaled')
plt.show()

```

#### 4.1.4 Testes

```

[ ]: plt.figure(figsize=(24,16))

# PLOTANDO A MALHA CARTOGRÁFICA
for id in list(quadricula.keys()):
    carta=quadricula[id]
    plt.plot(*transform_to_carta_utm(carta['folha']).exterior.xy,color='black')

# PLOTANDO OS DADOS INTERPOLADOS
for data in list(carta.keys())[2:]:
    if 'geof' in data:
        plt.scatter(carta[data].X, carta[data].Y,c=carta[data].
            ↪eU,cmap='rainbow',s=0.5,marker='H')
        plt.axis('scaled')
    # SE NÃO TIVER DADOS NÃO PLOTA NADA
    else:
        pass

plt.suptitle('Área de cobertura dos levantamentos aerogeofísicos')
plt.tight_layout()

```

```
[ ]: df = quadricula['SF23_YA_III4']['geof_1105_linear']

plot_histograms(df)
plot_raw_gama_data(df, suptitle='Dados Radiométricos interpolados (Algoritmo: Linear)', figsize=(27,16))
plot_raw_mag_data(df, suptitle='Dados Magnetométricos interpolados (Algoritmo: Linear)')

df_rs = df
df_rs.rename(columns={'X': 'E_utm', 'Y': 'N_utm'}, inplace=True)
#df_rs.fillna(0, inplace=True)

xpixel_size = (df_rs.E_utm.max()-df_rs.E_utm.min())/df_rs.E_utm.unique().size
ypixel_size = (df_rs.N_utm.max()-df_rs.N_utm.min())/df_rs.N_utm.unique().size
print('x:', xpixel_size, 'y:', ypixel_size)

nx=df_rs.E_utm.unique().size
ny=df_rs.N_utm.unique().size
ratio=ny/nx
xs = df_rs.E_utm.values.reshape(ny, nx)
ys = df_rs.N_utm.values.reshape(ny, nx)

features = list(df_rs.columns[2:])
print(features)

plot_corr(df_rs[features], size=12)
#plt.savefig('figs/correlation_matrix.png', dpi=400, bbox_inches='tight')

scaler = StandardScaler()
data = scaler.fit_transform(df[features].values)
# data = df_rs[features].values

n_clusters=9
lito_SOM = SOM(m=n_clusters, n=1, sigma=1.5, dim=len(features), max_iter=10000)
lito_SOM.fit(data)

# predição de classes
predictions = lito_SOM.predict(data)
```

```
[ ]: # create labels
cluster_labels=[1,2,3,4,5,6,7,8,9]
for i in range(n_clusters):
    cluster_labels+=[f'Classe {i+1}']

# classes weights
fig, ax = plt.subplots(figsize=(19,26))
im=ax.matshow(lito_SOM.weights)
for (i, j), z in np.ndenumerate(lito_SOM.weights):
    ax.text(j, i, '{:0.2f}'.format(z), ha='center', va='center')

plt.yticks(range(n_clusters), cluster_labels, fontsize=9)
plt.xticks(range(len(features)), features, rotation=55, fontsize=10, ha='left')
fig.colorbar(im, label='weights', orientation='horizontal')
plt.gca().set_aspect('equal')
plt.gcf().set_size_inches(19, 26)
plt.show()
```

```
[ ]: id_ = [1,2,3,4,5,6,7,8,9]
relcolor = matplotlib.cm.Set3
colors = np.array(relcolor.colors)[id_]
relcolor = matplotlib.colors.ListedColormap(colors)

idxs=np.arange(0, n_clusters, 1)
half=(idxs[1]-idxs[0])/2
ticks=np.linspace(idxs[0]+half, idxs[-1]-half, n_clusters)

datafig, ax=plt.subplots(figsize=(16, 16), facecolor='w')
im=plt.pcolormesh(xs, ys, predictions.reshape(ny, nx), cmap=relcolor, shading='auto')
plt.xlim(xs.min(), xs.max())
plt.ylim(ys.min(), ys.max())
cbar_ax = fig.add_axes([0.93, 0.3, 0.05, 0.4])
cbar = fig.colorbar(im, cax=cbar_ax, label = u'Classes', orientation='vertical',
                    ticks=ticks)
cbar.ax.set_yticklabels(cluster_labels, fontsize=8)
plt.suptitle('SOM - Aerogeophysical Data (SF23_YA_III4)')
plt.axis('scaled')
plt.show()
```

## 5 Classificações Supervisionadas

### 5.1 Rotulando amostras com classes litológicas

```
[ ]: import shapely.speedups
      from shapely import geometry
      shapely.speedups.enable()

      geof_1089_linear['geometry'] = [geometry.Point(x,y) for x, y in
      ↪zip(geof_1089_linear['X'], geof_1089_linear['Y'])]
      gdf_1089_linear = geof_1089_linear.set_geometry('geometry')

      gdf_1089_linear.set_crs('EPSG:32723', inplace=True)
      gdf_1089_linear.geometry

[ ]: Upload_litologia(quadricula, 'litologia_100k')

[ ]: litologia=quadricula['SB24_ZB_II']['litologia_100k']
      litologia.to_crs('EPSG:32724', inplace=True)
      print(litologia.crs)
      litologia.reset_index(drop=True, inplace=True)

      dic_litologico = describe_geologico(litologia)
      print(litologia.columns)

[ ]: print(dic_litologico['SIGLA']['len'])
      print(dic_litologico['SIGLA']['lista'])
      gdf_1089_linear

[ ]: litologia.plot('SIGLA', figsize=(16,16), legend=True)

[ ]: geof_1089_linear['closest_unit'] = geof_1089_linear['geometry'].apply(lambda x: ↪
      ↪litologia['SIGLA'].iloc[litologia.distance(x).idxmin()]) # .idxmin() Retorna o ↪
      ↪indice do menor valor

[ ]: geof_1089_linear.to_csv('/home/ggrl/database/csv/SB24_ZB_II_gama_linear_100m.
      ↪csv', index=False)

[ ]:
```