



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

**ISABEL BAUNGARTNER
JULIA DE SOUZA LEANDRO
LAVÍNIA OLIVEIRA DOS SANTOS
MARIA EDUARDA FONSECA**

**ESTATÍSTICA E INFERÊNCIA:
Trabalho T1**

**CAMPINAS
2025**

Análise – Percentual de disposição final de lixo coletado

Análise Geral:

O código describe() é utilizado para calcular as principais medidas das variáveis. A análise é a seguinte:

1. Count – Contagem da quantidade de municípios em Minas Gerais que tem a informação sobre o percentual de disposição final do lixo coletado. Há dados de 853 municípios de MG com informação dessa taxa.
2. Mean – Contém informação sobre a média de disposição final do lixo coletado em Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 95,45%.
3. Std – Desvio Padrão Amostral, ele mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 7,55%, o que mostra que os dados são extremamente homogêneos.
4. Min – O menor percentual de disposição final do lixo coletado do estado de Minas, que é o município Wenceslau Braz com 3,66% de esgoto coletado e tratado.
5. Max – O maior percentual de disposição final do lixo coletado do estado de Minas, que é o município Alterosa com incríveis 100% de esgoto coletado e tratado.
6. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O describe informa que 25% dos municípios tem até 94,78% de disposição final do lixo coletado.
7. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O describe informa que 50% dos municípios tem mais de 98,31% de disposição final do lixo coletado.
8. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O describe informa que apenas 75% dos municípios tem até 99,47% de disposição final do lixo coletado.

```

      perc_lixo
count  853.000000
mean   95.446553
std    7.548426
min    3.660000
25%    94.780000
50%    98.310000
75%    99.470000
max    100.000000

dtype: float64

```

Figura W - Código Describe() do Percentual de Disposição Final do Lixo Coletado em Minas Gerais

O boxplot mostra a distribuição percentual de acesso à coleta de esgoto em diversas mesorregiões. Cada gráfico representa a distribuição dos dados, ressaltando os quartis e tratando para que os outliers existentes não apareçam.

O Sul de Minas não ultrapassa a azul o Oeste de Minas pois, embora possua um alto índice de disposição final do lixo coletado, possui uma dispersão de dados mais acentuada e uma mediana mais baixa. Isso sugere que, embora algumas cidades do Sul de Minas possam apresentar índices satisfatórios, a região em geral não apresenta um padrão tão alto quanto o do Oeste de Minas. O Oeste, destacado em azul, se sobressai por apresentar a mediana mais elevada e a menor variabilidade, evidenciando que o elevado índice de esgoto tratado é mais constante em toda a área, o que justifica sua seleção como melhor mesorregião.

Por outro lado, Norte de Minas é indubitavelmente a mesorregião com a pior taxa de disposição final do lixo coletado.

Como elas representam os extremos - a pior mesorregião e a melhor mesorregião –, as escolhemos para analisar mais detalhadamente.

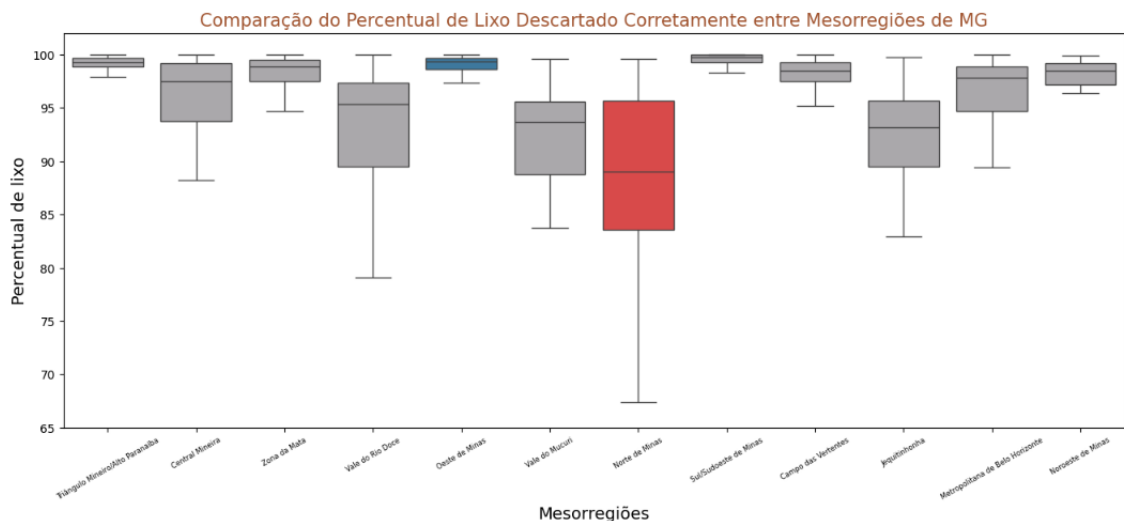


Figura X – Boxplot do Percentual de Disposição Final de Lixo Coletado em Todas as Mesorregiões de Minas Gerais

Oeste de Minas:

Código Describe() – As oito medidas

1. Count – Contagem da quantidade de municípios em na mesorregião Oeste de Minas que tem a informação sobre o percentual de disposição final de lixo coletado. Há dados de 44 municípios dessa mesorregião com informação desse percentual.
2. Mean – Contém informação sobre a média de esgoto coletado e tratado no Oeste de Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 98,99%.
3. Std – Desvio Padrão Amostral mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 1,07%, o que mostra que os dados são excepcionalmente homogêneos.
4. Min – O menor percentual de esgoto coletado e tratado do Oeste de Minas, que é o município Córrego Fundo com 94,36% de disposição final de lixo coletado.
5. Max – O maior percentual de esgoto coletado e tratado do Oeste de Minas, que é o município Carmo do Cajú com admiráveis 100% de disposição final de lixo coletado.
6. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O describe informa que 25% dos municípios tem até 98,66% de disposição final de lixo coletado.
7. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O describe informa que 50% dos municípios tem mais de 99,33% de disposição final de lixo coletado.

8. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O describe informa que apenas 25% dos municípios tem mais de 99,68% de disposição final de lixo coletado.

perc_lixo	
count	44.000000
mean	98.986364
std	1.072409
min	94.360000
25%	98.655000
50%	99.330000
75%	99.677500
max	100.000000
dtype: float64	

Figura Y - Oito medidas do Percentual de Disposição Final do Lixo Coletado no Oeste de Minas

Tratamento de Outlier:

Na análise do percentual de disposição final de lixo coletado na mesorregião Oeste de Minas, identificamos que a cidade Córrego Fundo apresentava o menor percentual de disposição final de lixo coletado (94,36%). No entanto, esse valor era um outlier e não representava a realidade da mesorregião.

Identificação e Remoção de Outliers

Para uma análise mais coerente, utilizamos o método do Intervalo Interquartil (IQR):

1. Cálculo do IQR:

- $Q1 = 98,66\%$
- $Q3 = 99,68\%$
- $IQR = 1,02\%$

2. Definição dos Limites:

- Inferior: 97%
- Superior: 101%

3. Remoção de Outliers:

- Municípios fora desse intervalo foram removidos.
- Córrego Fundo (94,36%) foi excluído.
- Para o tratamento de outliers, utilizou-se o `idxmin()` para identificar o menor valor dentro do limite inferior e o `idxmax()` para encontrar o maior valor dentro do limite superior. Esses métodos foram pesquisados e retirados da documentação da biblioteca Pandas.

Após a remoção de outliers, a cidade com menor percentual disposição final do lixo coletado na mesorregião passou a ser São Sebastião do Norte, com 97,3%. O melhor município permaneceu Carmo do Cajuru com 100%. A exclusão dos outliers foi fundamental para eliminar a influência de municípios com índices incomuns, proporcionando uma análise mais representativa e correta da realidade regional.

Boxplot – Oeste de Minas

O boxplot representa a distribuição do percentual de lixo descartado corretamente na mesorregião Oeste de Minas.

A linha dentro da caixa simboliza a mediana (Q2), que é 99,33%, indicando que metade dos municípios apresenta um percentual de descarte correto acima desse valor. A proximidade da mediana com o terceiro quartil indica uma pequena concentração de valores mais elevados na distribuição.

O primeiro quartil (Q1) é 98,66%, mostrando que 25% dos municípios têm valores abaixo desse patamar. Já o terceiro quartil (Q3) é 99,68%, indicando que apenas 25% dos municípios possuem um percentual superior a esse valor. O intervalo interquartil (IQR), que mede a dispersão dos dados, é de 1,02%, revelando uma variação relativamente pequena entre os municípios dentro desse intervalo.

Os bigodes do boxplot se estendem de 97,3% a 100%, indicando que os valores mínimos e máximos dentro do intervalo esperado estão bastante próximos do limite superior. Isso mostra que a maioria dos municípios possui índices elevados e próximos entre si, reforçando a baixa dispersão dos dados e a uniformidade no descarte adequado do lixo coletado. Além disso, a assimetria do boxplot é mínima, mostrando que a distribuição é de certa forma equilibrada, sem grandes desvios que possam indicar um acúmulo excessivo de valores em um extremo.

A análise do boxplot destaca uma distribuição altamente homogênea, onde a grande maioria dos municípios apresenta um desempenho bastante próximo ao máximo possível. A curta extensão dos bigodes e o pequeno IQR apontam que os municípios da mesorregião mantêm padrões similares, sem grandes desigualdades nos percentuais de descarte correto de lixo. Isso demonstra uma estabilidade significativa nos dados, sem variações bruscas que possam indicar inconsistências entre os diferentes municípios.

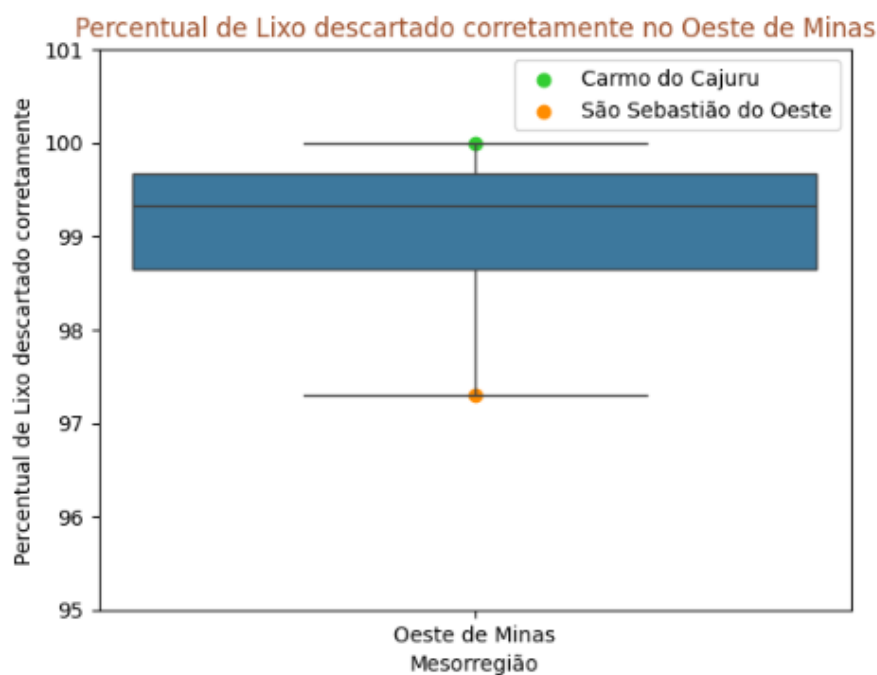


Figura Z – Boxplot do Percentual de Disposição Final do Lixo Coletado no Oeste de Minas

Análise – Percentual da População Urbana em Domicílios com Abastecimento de Água

Análise Geral:

O código `describe()` é utilizado para calcular as principais medidas das variáveis. A análise é a seguinte:

- Count – Contagem da quantidade de municípios em Minas Gerais que tem a informação sobre o percentual da população urbana em domicílios com

abastecimento de água. Há dados de 853 municípios de MG com informação desse percentual.

10. Mean – Contém informação sobre a média da população urbana em domicílios com abastecimento de água em Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 91.94%
11. Std – Desvio Padrão Amostral, ele mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 11.07%, o que mostra que os dados são heterogêneos.
12. Min – O menor percentual de esgoto coletado e tratado do estado de Minas, que é o município Bonito de Minas com 38.31% de domicílios urbanos com abastecimento de água.
13. Max – O maior percentual de esgoto coletado e tratado do estado de Minas, que é o município Bandeira do Sul com 100% de domicílios urbanos com abastecimento de água.
14. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O describe informa que 25% dos municípios tem até 88.94% domicílios urbanos com abastecimento de água.
15. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O describe informa que 50% dos municípios tem mais de 97.32% de domicílios urbanos com abastecimento de água.
16. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O describe informa que apenas 75% dos municípios tem até 99% de domicílios urbanos com abastecimento de água.

perc_banagua	
count	853.000000
mean	91.943447
std	11.072337
min	38.310000
25%	88.940000
50%	97.320000
75%	99.000000
max	100.000000

Figura A – Código Describe() do Percentual de Domicílios Urbanos com Água Encanada

O boxplot mostra a distribuição percentual de acesso à água encanada em diversas mesorregiões. Cada diagrama de caixa representa a distribuição dos dados, ressaltando os quartis e tratando para que os outliers presentes não apareçam.

A mesorregião azul, localizada no Oeste de Minas, possui o maior percentual de água encanada no estado de Minas Gerais. Por outro lado, a mesorregião sublinhada em vermelho, Norte de Minas, apresenta o menor percentual de água encanada. Como elas representam os extremos - a pior mesorregião e a melhor mesorregião –, as escolhemos para analisar mais detalhadamente.

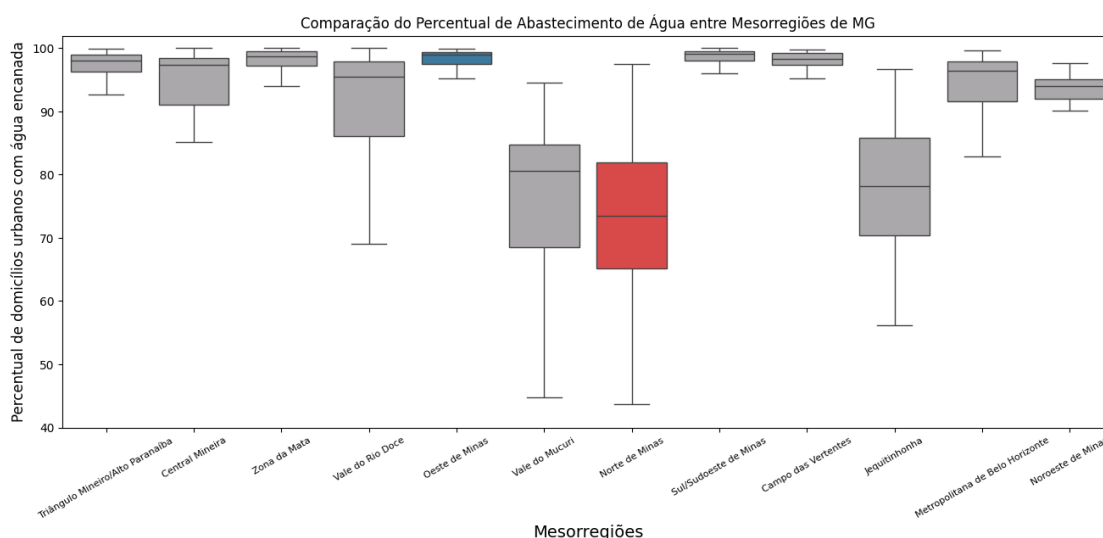


Figura B – Percentual de Domicílios Urbanos com Água Encanada em Todas as Mesorregiões de MG

Norte de Minas – Análise:

Código Describe() – As oito medidas

1. Count – Contagem da quantidade de municípios em na mesorregião Norte de Minas que tem a informação sobre o percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água. Há dados de 89 municípios dessa mesorregião com informação desse percentual.
2. Mean – Contém informação sobre a média de domicílios urbanos com abastecimento de água no Norte de Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 73.07%
3. Std – Desvio Padrão Amostral mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 11.89%, o que mostra que os dados são heterogêneos.

4. Min – O menor percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água do Norte de Minas, que é o município Bonito de Minas com 38.31% de domicílios urbanos com abastecimento de água
5. Max – O maior percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água do Norte de Minas, que é a município Pirapora com 97.57% de domicílios urbanos com abastecimento de água.
6. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O describe informa que 25% dos municípios tem até 65.18% de domicílios urbanos com abastecimento de água
7. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O describe informa que 50% dos municípios tem mais de 73.55% de domicílios urbanos com abastecimento de água.
8. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O describe informa que apenas 25% dos municípios tem mais de 81.92% de domicílios urbanos com abastecimento de água.

perc_banagua	
count	89.000000
mean	73.067978
std	11.890159
min	38.310000
25%	65.180000
50%	73.550000
75%	81.920000
max	97.570000

Figura C – Oito medidas do Percentual de Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água no Norte de Minas

Tratamento de Outlier:

Na análise do percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água na mesorregião Norte de Minas, identificamos que a cidade de Bonito de Minas apresentava o menor percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água (38.31%). Sendo um outlier, foi necessário removê-lo para análise.

Identificação e Remoção de Outliers

Para uma análise mais coerente, utilizamos o método do Intervalo Interquartil (IQR):

1. Cálculo do IQR:

- $Q1 = 65.18\%$
- $Q3 = 81.92\%$
- $IQR = 16.74 \%$

2. Definição dos Limites:

- Inferior: 40.07%
- Superior: 107.03%

3. Remoção de Outliers:

- Municípios fora desse intervalo foram removidos.
- Bonito de Minas (38.31%) foi excluído.
- Para o tratamento de outliers, utilizou-se o `idxmin()` para identificar o menor valor dentro do limite inferior e o `idxmax()` para encontrar o maior valor dentro do limite superior. Esses códigos foram pesquisados e retirados da documentação da biblioteca Pandas.

Após a remoção de outliers, a cidade com maior percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água na mesorregião passou a ser Pirapora, com 97.57% . A pior cidade agora é São João das Missões, com 43.7% . A exclusão de outliers proporcionou uma análise mais representativa, eliminando a influência causada por um município atípico e proporcionando uma representação mais justa da realidade regional.

Boxplot – Norte de Minas

O boxplot apresenta a distribuição de domicílios urbanos com abastecimento de água na mesorregião Norte de Minas.

A linha contida na caixa simboliza a mediana ($Q2$), que se encontra abaixo dos 10% , sinalizando que 50% dos municípios possuem valores abaixo dessa marca.

Primeiro quartil (Q1): Aproximadamente 65.18%, indicando que 25% dos municípios possuem um índice muito baixo de domicílios urbanos com abastecimento de água.

O terceiro quartil (Q3) representa aproximadamente 81.92%, indicando que somente 25% dos municípios têm um índice de domicílios urbanos com abastecimento de água superior a esse valor.

Amplitude interquartil (IQR = Q3 - Q1): Aproximadamente 16.74%, sinalizando uma grande variabilidade nos valores.

A maioria dos municípios apresenta índices médios de domicílios urbanos com abastecimento de água, mostrando que, mesmo sendo evidente a quantidade de domicílios em que há menor taxa de água tratada, ainda sim grande parte está numa média positiva.

São João das Missões apresenta o menor percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água da mesorregião, com apenas 43.7%. Em contrapartida, Pirapora se destaca como a cidade com maior percentual na análise, atingindo 97.57%, um número bem superior à média regional.

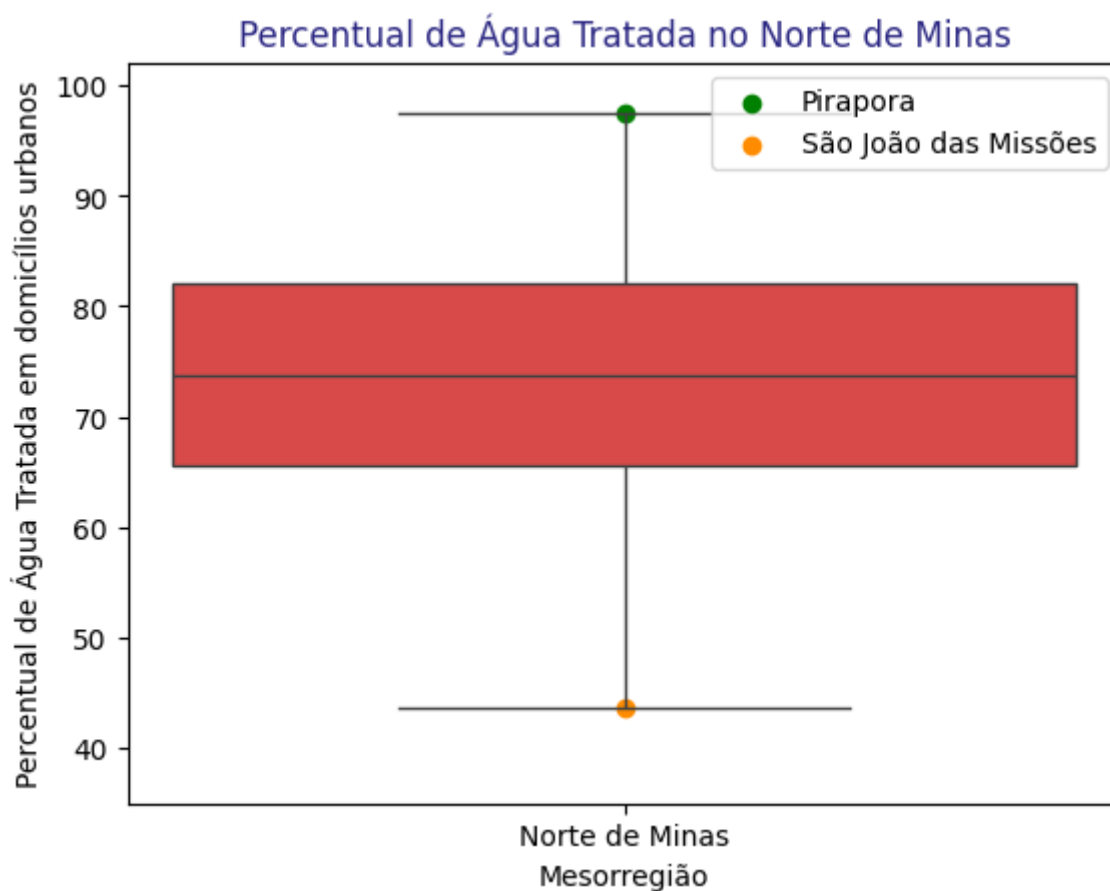


Figura D – Boxplot do Percentual de Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água no Norte de Minas

Oeste de Minas:

Código Describe() – As oito medidas

9. Count – Contagem da quantidade de municípios em na mesorregião Oeste de Minas que tem a informação sobre o percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água. Há dados de 44 municípios dessa mesorregião com informação desse percentual.
10. Mean – Contém informação sobre a média de domicílios urbanos com abastecimento de água no Oeste de Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 98.01%
11. Std – Desvio Padrão Amostral mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 2.92%, o que mostra que os dados são razoavelmente homogêneos.
12. Min – O menor percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água do Oeste de Minas, que é o município São Sebastião do Oeste com 81.1% de domicílios urbanos com abastecimento de água
13. Max – O maior percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água do Oeste de Minas, que é o município Santana do Jacaré com 99.87% de domicílios urbanos com abastecimento de água
14. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O describe informa que 25% dos municípios tem até 97.56% de domicílios urbanos com abastecimento de água
15. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O describe informa que 50% dos municípios tem mais de 98.94% de domicílios urbanos com abastecimento de água
16. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O describe informa que apenas 25% da mesorregião tem mais de 99.44% de domicílios urbanos com abastecimento de água

perc_banagua	
count	44.000000
mean	98.018182
std	2.922371
min	81.100000
25%	97.560000
50%	98.935000
75%	99.440000
max	99.870000

Figura E - Oito medidas do Percentual de Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água no Oeste de Minas

Tratamento de Outlier:

No Norte de Minas, o menor percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água era um outlier, enquanto no Oeste de Minas, o menor percentual também é um outlier. São Sebastião do Oeste, com 81.10% de domicílios urbanos com abastecimento de água, é um caso à parte e não retrata a realidade da mesorregião.

Identificação e Remoção de Outliers

Para uma análise mais coerente, utilizamos o método do Intervalo Interquartil (IQR):

1. Cálculo do IQR:

- $Q1 = 97.56\%$
- $Q3 = 99.44\%$
- $IQR = 1.88\%$

2. Definição dos Limites:

- Inferior: 94.74%
- Superior: 102.26%

3. Remoção de Outliers:

- Municípios fora desse intervalo foram removidos.
- São Sebastião do Oeste (81.10%) foi excluído.

- Para o tratamento de outliers, utilizou-se o `idxmin()` para identificar o menor valor dentro do limite inferior e o `idxmax()` para encontrar o maior valor dentro do limite superior. Esses métodos foram pesquisados e retirados da documentação da biblioteca Pandas.

Após a remoção de outliers, a cidade com menor percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água na mesorregião passou a ser Carmo da Mata, com 95.19%. O melhor município permaneceu Santana do Jacaré com 99.87%. A exclusão dos outliers foi fundamental para eliminar a influência de municípios com índices incomuns, proporcionando uma análise mais representativa e correta da realidade regional.

Boxplot – Oeste de Minas

O boxplot apresenta a distribuição do percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água na mesorregião Oeste de Minas.

A linha contida na caixa simboliza a mediana (Q2), que é 99%.

O primeiro quartil (Q1) é 97.56%, indicando que 25% dos municípios têm índices abaixo desse patamar. Por outro lado, o terceiro quartil (Q3) é 99.44%, indicando que apenas 25% dos municípios têm um índice de tratamento superior a esse valor.

O Intervalo Interquartil (IQR) é 1.88%, evidenciando uma diferença mínima entre os valores. O boxplot não exibe uma assimetria marcante, já que os bigodes são relativamente equilibrados, indicando uma distribuição mais homogênea em relação a outras mesorregiões do estado. A maioria dos municípios apresentam altos índices de domicílios urbanos com abastecimento de água, o que evidencia a qualidade de infraestrutura de saneamento na região.

Santana do Jacaré e Carmo da Mata se sobressaem como exceções: Santana do Jacaré, com uma taxa de 99.87%, evidenciando uma infraestrutura de saneamento avançada, e Carmo da Mata, com uma taxa de 95.19%, mostrando um valor inferior à média dos municípios da mesorregião. No entanto, mesmo o percentual mais baixo registrado indica uma quantidade adequada de domicílios urbanos com abastecimento de água, o que reforça a eficácia do saneamento no Oeste de Minas.

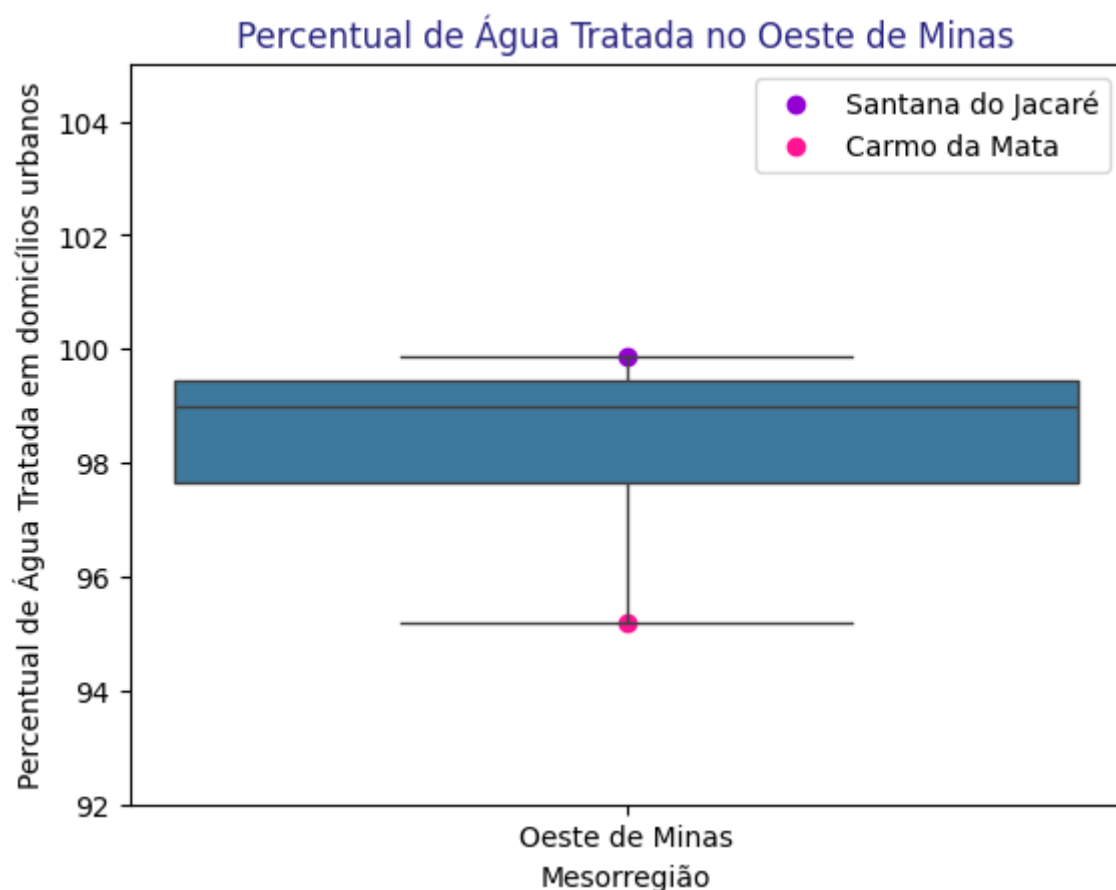


Figura F – Boxplot do Percentual Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água no Oeste de Minas

Comparação – Oeste x Norte:

O gráfico de barras mostra uma diferença acentuada entre as mesorregiões Oeste e Norte de Minas em relação ao percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água. Tanto os valores extremos quanto a distribuição geral dos dados mostram a diferença.

No Norte de Minas, São João das Missões, a cidade com o pior desempenho, possui apenas 43.7% de domicílios urbanos com abastecimento de água. Por outro lado, Carmo da Mata, a cidade mais problemática do Oeste de Minas, com 95.19%, ainda mantém um índice próximo a 50%, uma diferença de 51.49% entre os piores desempenhos de cada região.

A mediana do Oeste de Minas é de 99%, o que indica que metade dos municípios da mesorregião possui um índice de domicílios urbanos com abastecimento de água superior a esse valor. Já no Norte de Minas, a mediana é de 73.55%, revelando que metade dos municípios da região tem índices considerados baixos de domicílios urbanos com abastecimento de água.

Os quartis reforçam essa discrepância:

- Primeiro quartil (Q1): No Oeste de Minas, 97.56% dos municípios já possuem índices de tratamento acima desse valor, enquanto no Norte de Minas, o Q1 está próximo de 61.18%, indicando que 25% dos municípios tem um baixo percentual de domicílios urbanos com abastecimento de água.
- Terceiro quartil (Q3): No Oeste, o Q3 é 99.44%, ou seja, 75% dos municípios apresentam um saneamento bem estruturado. No Norte, o Q3 é 81.92%, o que significa que mesmo os melhores 25% da região ainda têm índices consideravelmente abaixo da média do Oeste.

A amplitude interquartil ($IQR = Q3 - Q1$) no Oeste de Minas é de 1.88%, indicando uma variação moderada entre os municípios. No Norte de Minas, o IQR é 16.74%, mas com a maior parte dos valores concentrados em níveis muito baixos, o que reforça a precariedade do saneamento básico na mesorregião.

A comparação evidencia que o Norte de Minas lida com graves desafios estruturais no saneamento, apresentando índices extremamente baixos e uma distribuição extremamente desequilibrada. Por outro lado, o Oeste de Minas exibe uma infraestrutura firme, tendo altas taxas domicílios urbanos com abastecimento de água para a maioria dos municípios. A disparidade entre as regiões é tão marcante que mesmo a cidade mais desenvolvida do Norte de Minas não consegue superar a mais desfavorecida do Oeste, destacando a gravidade do desafio que ainda precisa ser superado.

Comparação do Percentual de domicílios urbanos com água encanada: Oeste de Minas vs Norte de Minas

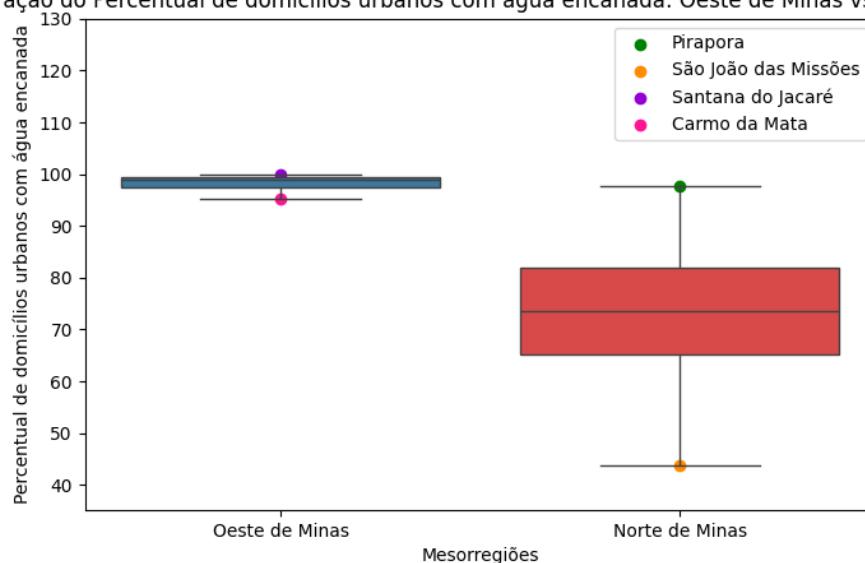


Figura G – Boxplot Comparando o Percentual de Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água no Norte com o Oeste de Minas Gerais

Análise – Percentual de Esgoto Coletado e Tratado

Análise Geral:

O código `describe()` é utilizado para calcular as principais medidas das variáveis. A análise é a seguinte:

17. Count – Contagem da quantidade de municípios em Minas Gerais que tem a informação sobre o percentual do esgoto coletado e tratado. Há dados de 842 municípios de MG com informação desse percentual.
18. Mean – Contém informação sobre a média de esgoto coletado e tratado em Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 55,13%.
19. Std – Desvio Padrão Amostral, ele mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 25,88%, o que mostra que os dados são heterogêneos.
20. Min – O menor percentual de esgoto coletado e tratado do estado de Minas, que é o município Formoso com 0.03% de esgoto coletado e tratado.
21. Max – O maior percentual de esgoto coletado e tratado do estado de Minas, que é o município Santa Cruz de Minas com 98,22% de esgoto coletado e tratado.
22. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O `describe` informa que 25% dos municípios tem até 37,49% de esgoto coletado e tratado.
23. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O `describe` informa que 50% dos municípios tem mais de 59,6% de esgoto coletado e tratado.
24. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O `describe` informa que apenas 75% dos municípios tem até 75.36% de esgoto coletado e tratado.

```

perc_esgoto
count    842.000000
mean      55.126283
std       25.879834
min        0.030000
25%       37.492500
50%       59.595000
75%       75.362500
max       98.220000

dtype: float64

```

Figura A – Código Describe() do Percentual de Esgoto Coletado e Tratado em Minas Gerais

O boxplot mostra a distribuição percentual de acesso à coleta de esgoto em diversas mesorregiões. Cada diagrama de caixa representa a distribuição dos dados, ressaltando os quartis e tratando para que os outliers presentes não apareçam.

A mesorregião azul, localizada no Oeste de Minas, possui o maior percentual de esgoto tratado no estado de Minas Gerais. Por outro lado, a mesorregião sublinhada em vermelho, Norte de Minas, apresenta o menor percentual de esgoto coletado e tratado. Como elas representam os extremos - a pior mesorregião e a melhor mesorregião –, as escolhemos para analisar mais detalhadamente.

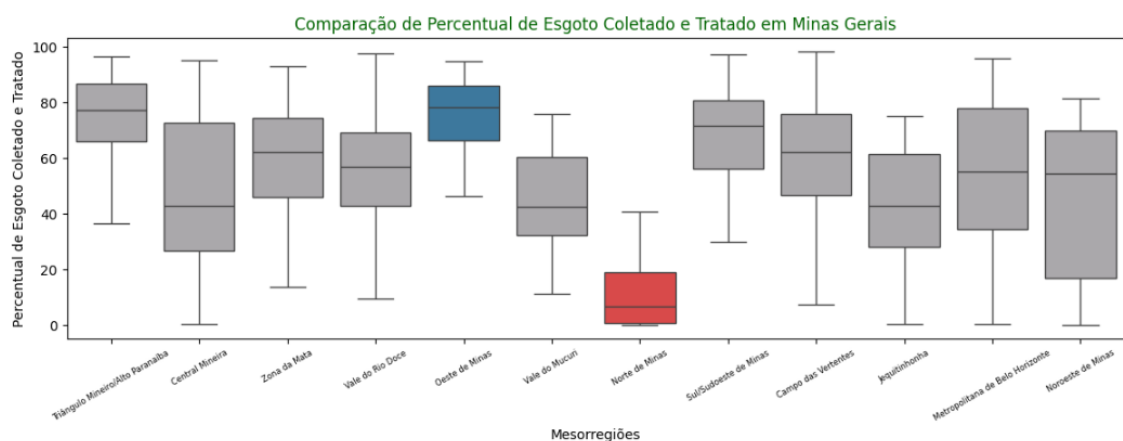


Figura B – Percentual de Esgoto Coletado e Tratado em Todas as Mesorregiões de MG

Norte de Minas – Análise:

Código Describe() – As oito medidas

9. Count – Contagem da quantidade de municípios em na mesorregião Norte de Minas que tem a informação sobre o percentual do esgoto coletado e tratado. Há dados de 82 municípios dessa mesorregião com informação desse percentual.
10. Mean – Contém informação sobre a média de esgoto coletado e tratado no Norte de Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 12,88%
11. Std – Desvio Padrão Amostral mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 17,03%, o que mostra que os dados são heterogêneos.
12. Min – O menor percentual de esgoto coletado e tratado do Norte de Minas, que é o município Jequitai com 0,06% de esgoto coletado e tratado.
13. Max – O maior percentual de esgoto coletado e tratado do Norte de Minas, que é o município Montes Claros com 91,73% de esgoto coletado e tratado.
14. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O describe informa que 25% dos municípios tem até 0.06% de esgoto coletado e tratado.
15. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O describe informa que 50% dos municípios tem mais de 6,59% de esgoto coletado e tratado.
16. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O describe informa que apenas 25% dos municípios tem mais de 18,76% de esgoto coletado e tratado.

perc_esgoto	
count	82.000000
mean	12.877073
std	17.030607
min	0.060000
25%	0.595000
50%	6.590000
75%	18.760000
max	91.730000
dtype: float64	

Figura C – Oito medidas do Percentual de Esgoto Coletado e Tratado no Norte de Minas

Tratamento de Outlier:

Na análise do percentual de esgoto coletado e tratado na mesorregião Norte de Minas, identificamos que a cidade de Montes Claros apresentava o maior percentual de

coleta e tratamento de esgoto (91,73%). No entanto, esse valor era um outlier e não representava a realidade da mesorregião.

Identificação e Remoção de Outliers

Para uma análise mais coerente, utilizamos o método do Intervalo Interquartil (IQR):

1. Cálculo do IQR:

- $Q1 = 0,06\%$
- $Q3 = 18,76\%$
- $IQR = 18,7\%$

2. Definição dos Limites:

- Inferior: $-26,65\%$
- Superior: $46,01\%$

3. Remoção de Outliers:

- Municípios fora desse intervalo foram removidos.
- Montes Claros (91,73%) foi excluído.
- Para o tratamento de outliers, utilizou-se o `idxmin()` para identificar o menor valor dentro do limite inferior e o `idxmax()` para encontrar o maior valor dentro do limite superior. Esses códigos foram pesquisados e retirados da documentação da biblioteca Pandas.

Após a remoção de outliers, a cidade com maior percentual de esgoto tratado na mesorregião passou a ser Curral de Dentro, com 40,56%. A pior cidade permaneceu Jequitaiá, com 0,06%. A exclusão de outliers proporcionou uma análise mais representativa, eliminando a influência causada por um município atípico e proporcionando uma representação mais justa da realidade regional.

Boxplot – Norte de Minas

O boxplot apresenta a distribuição do percentual de esgoto recolhido e tratado na mesorregião Norte de Minas.

A linha contida na caixa simboliza a mediana ($Q2$), que se encontra abaixo dos 10%, sinalizando que 50% dos municípios possuem valores abaixo dessa marca.

Primeiro quartil (Q1): Aproximadamente 0,06%, indicando que 25% dos municípios possuem um índice muito baixo de esgoto coletado e tratado.

O terceiro quartil (Q3) representa aproximadamente 18,76%, indicando que somente 25% dos municípios têm um índice de esgoto coletado e tratado superior a esse valor.

Amplitude interquartil ($IQR = Q3 - Q1$): Aproximadamente 18,7%, sinalizando uma grande variabilidade nos valores.

O boxplot indica uma assimetria positiva (em direção ao alto), já que o bigode superior é mais extenso, indicando que existem cidades com percentuais mais elevados, porém, são minoria. A maioria dos municípios apresenta índices reduzidos de esgoto tratado, o que intensifica a desigualdade no acesso ao saneamento na área.

Jequitai apresenta o menor percentual de esgoto coletado e tratado da mesorregião, com apenas 0,06%, evidenciando uma coleta e tratamento de esgoto praticamente inexistente. Em contrapartida, Curral de Dentro se destaca como a cidade com maior percentual na análise, atingindo 40,56%, um número bem superior à média regional. Essa disparidade reflete a desigualdade na infraestrutura de saneamento entre os municípios do Norte de Minas, onde alguns contam com um serviço minimamente desenvolvido, enquanto outros enfrentam condições extremamente precárias.

Distribuição do Percentual de Esgoto Coletado e Tratado no Norte de Minas

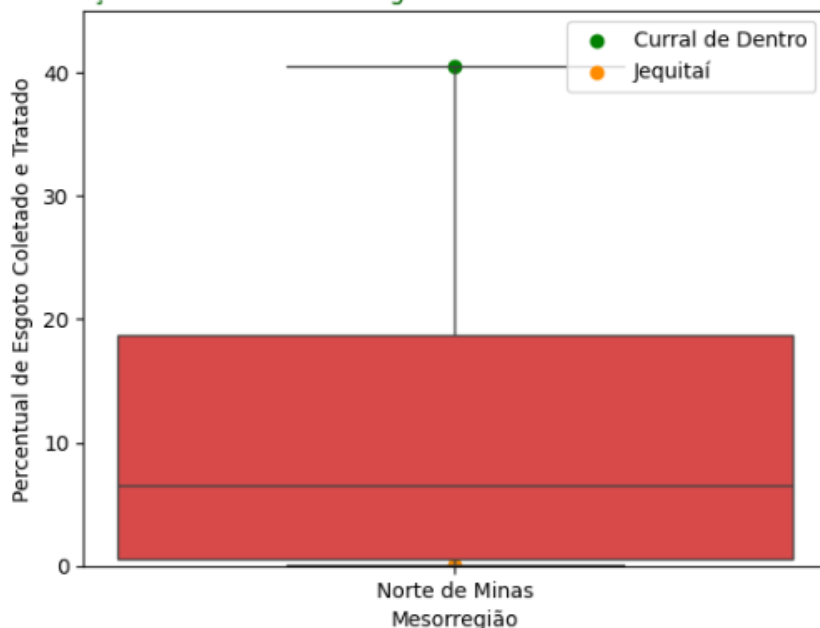


Figura D – Boxplot do Percentual de Esgoto Coletado e Tratado no Norte de Minas

Oeste de Minas:

Código Describe() – As oito medidas

17. Count – Contagem da quantidade de municípios em na mesorregião Oeste de Minas que tem a informação sobre o percentual do esgoto coletado e tratado. Há dados de 44 municípios dessa mesorregião com informação desse percentual.
18. Mean – Contém informação sobre a média de esgoto coletado e tratado no Oeste de Minas Gerais. Numa escala de 0 a 100 por cento, a média é 73,24%.
19. Std – Desvio Padrão Amostral mede o quão distante os valores estão em relação à média. Nesse caso, o desvio padrão é 15,81%, o que mostra que os dados são razoavelmente homogêneos.
20. Min – O menor percentual de esgoto coletado e tratado do Oeste de Minas, que é o município Córrego Fundo com 22,91% de esgoto coletado e tratado.
21. Max – O maior percentual de esgoto coletado e tratado do Oeste de Minas, que é o município Itaúna com 94,67% de esgoto coletado e tratado.
22. Q1 – O primeiro quartil corresponde a 25% dos municípios. O describe informa que 25% dos municípios tem até 66,13% de esgoto coletado e tratado.
23. Q2 – O segundo quartil corresponde a 50% dos municípios. O describe informa que 50% dos municípios tem mais de 78,24% de esgoto coletado e tratado.
24. Q3 – O terceiro quartil corresponde a 75% dos municípios. O describe informa que apenas 25% da mesorregião tem mais de 85,76% de esgoto coletado e tratado.

perc_esgoto	
count	44.000000
mean	73.243864
std	15.811719
min	22.910000
25%	66.132500
50%	78.240000
75%	85.757500
max	94.670000
dtype: float64	

Figura E - Oito medidas do Percentual de Esgoto Coletado e Tratado no Oeste de Minas

Tratamento de Outlier:

No Norte de Minas, o maior percentual de esgoto coletado e tratado era um outlier, enquanto no Oeste de Minas, o menor percentual é um outlier. Córrego Fundo, com 22,91% de esgoto coletado e tratado, é um caso à parte e não retrata a realidade da mesorregião.

Identificação e Remoção de Outliers

Para uma análise mais coerente, utilizamos o método do Intervalo Interquartil (IQR):

1. Cálculo do IQR:

- $Q1 = 66,13\%$
- $Q3 = 85,76\%$
- $IQR = 19,63\%$

2. Definição dos Limites:

- Inferior: 36,69%
- Superior: 115,2%

3. Remoção de Outliers:

- Municípios fora desse intervalo foram removidos.
- Córrego Fundo (22,91%) foi excluído.
- Para o tratamento de outliers, utilizou-se o `idxmin()` para identificar o menor valor dentro do limite inferior e o `idxmax()` para encontrar o maior valor dentro do limite superior. Esses métodos foram pesquisados e retirados da documentação da biblioteca Pandas.

Após a remoção de outliers, a cidade com menor percentual de esgoto tratado na mesorregião passou a ser Piracema, com 46,37%. O melhor município permaneceu Itaúna com 94,67%. A exclusão dos outliers foi fundamental para eliminar a influência de municípios com índices incomuns, proporcionando uma análise mais representativa e correta da realidade regional.

Boxplot – Oeste de Minas

O boxplot apresenta a distribuição do percentual de esgoto recolhido e tratado na mesorregião Oeste de Minas.

A linha contida na caixa simboliza a mediana (Q2), que é 78,24%, sinalizando que metade dos municípios da região possuem valores abaixo dessa marca.

O primeiro quartil (Q1) é 66,13%, indicando que 25% dos municípios têm índices abaixo desse patamar. Por outro lado, o terceiro quartil (Q3) é 85,76%, indicando que apenas 25% dos municípios têm um índice de tratamento superior a esse valor.

O Intervalo Interquartil (IQR) é 19,63%, evidenciando uma diferença significativa entre os valores. O boxplot não exibe uma assimetria marcante, já que os bigodes são relativamente equilibrados, indicando uma distribuição mais homogênea em relação a outras mesorregiões do estado. A maioria dos municípios apresentam altos índices de esgoto tratado, o que evidencia a qualidade de infraestrutura de saneamento na região.

Itaúna e Piracema se sobressaem como exceções: Itaúna, com uma taxa de 94,67%, evidenciando uma infraestrutura de saneamento avançada, e Piracema, com uma taxa de 46,37%, mostrando um valor inferior à média dos municípios da mesorregião. No entanto, mesmo o percentual mais baixo registrado indica uma quantidade significativa de esgoto tratado, o que reforça a eficácia do saneamento no Oeste de Minas.

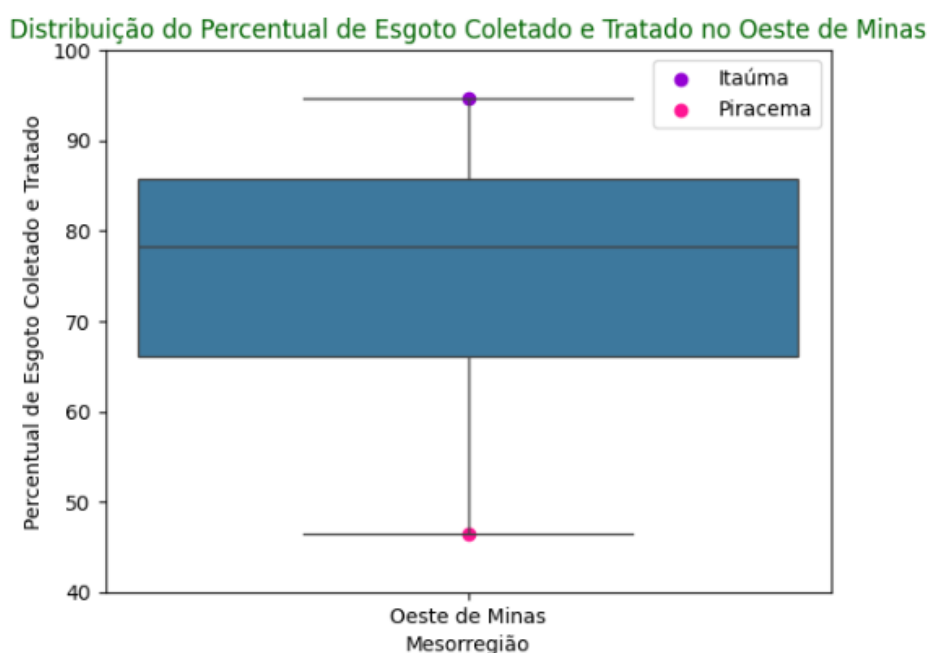


Figura F – Boxplot do Percentual de Esgoto Coletado e Tratado no Oeste de Minas

Comparação – Oeste x Norte:

O gráfico de barras mostra uma diferença acentuada entre as mesorregiões Oeste e Norte de Minas em relação ao percentual de esgoto recolhido e tratado. Tanto os valores extremos quanto a distribuição geral dos dados mostram a diferença.

No Norte de Minas, Jequitaiá, a cidade com o pior desempenho, possui apenas 0,06% de esgoto coletado e tratado, um índice quase inexistente de esgoto tratado, inferior a 1%. Por outro lado, Piracema, a cidade mais problemática do Oeste de Minas, com 46,37%, ainda mantém um índice próximo a 50%, uma diferença de 46,31% entre os piores desempenhos de cada região.

A mediana do Oeste de Minas é de 78,24%, o que indica que metade dos municípios da mesorregião possui um índice de tratamento de esgoto superior a esse valor. Já no Norte de Minas, a mediana é de 6,59%, revelando que metade dos municípios da região tem índices extremamente baixos de esgoto tratado.

Os quartis reforçam essa discrepância:

- Primeiro quartil (Q1): No Oeste de Minas, 66.13% dos municípios já possuem índices de tratamento acima desse valor, enquanto no Norte de Minas, o Q1 está próximo de 0%, indicando que 25% dos municípios praticamente não têm tratamento de esgoto.
- Terceiro quartil (Q3): No Oeste, o Q3 é 85,76%, ou seja, 75% dos municípios apresentam um saneamento bem estruturado. No Norte, o Q3 é 18.76%, o que significa que mesmo os melhores 25% da região ainda têm índices muito abaixo da média do Oeste.

A amplitude interquartil ($IQR = Q3 - Q1$) no Oeste de Minas é de 19,63%, indicando uma variação moderada entre os municípios. No Norte de Minas, o IQR é 18,7%, mas com a maior parte dos valores concentrados em níveis muito baixos, o que reforça a precariedade do saneamento básico na mesorregião.

A comparação evidencia que o Norte de Minas lida com graves desafios estruturais no saneamento, apresentando índices extremamente baixos e uma distribuição extremamente desequilibrada. Por outro lado, o Oeste de Minas exibe uma infraestrutura firme, tendo altas taxas de esgoto coletado e tratado para a maioria dos municípios. A disparidade entre as regiões é tão marcante que mesmo a cidade mais desenvolvida do Norte de Minas não consegue superar a mais desfavorecida do Oeste, destacando a gravidade do desafio que ainda precisa ser superado.

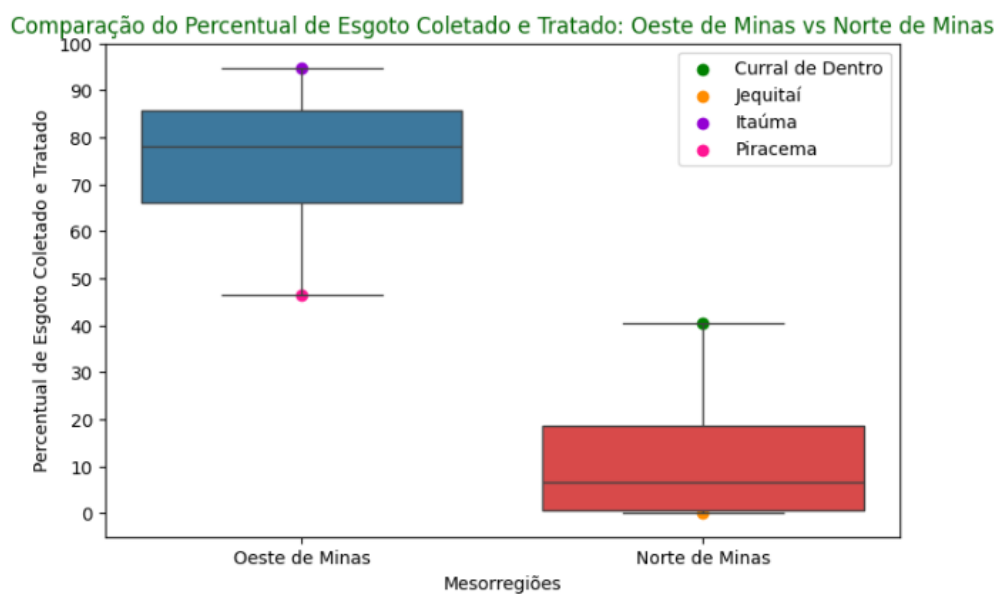
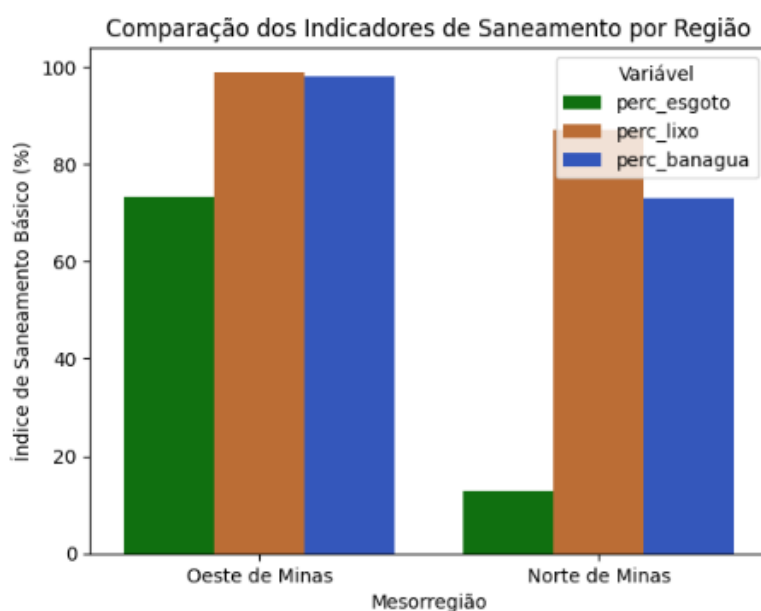


Figura G – Boxplot Comparando o Percentual de Esgoto Coletado e Tratado no Norte com o Oeste de Minas Gerais

Conclusão

Cálculo do índice de Saneamento Básico (ISB):



O gráfico apresenta uma comparação entre os indicadores de saneamento básico das mesorregiões Oeste de Minas e Norte de Minas. Os indicadores analisados são:

- Percentual de esgoto coletado e tratado (perc_esgoto)
- Percentual de disposição final do lixo coletado (perc_lixo)

- Percentual da população urbana em domicílios com abastecimento de água (perc_banagua)

Análise do Gráfico

1. Geral

- O Oeste de Minas apresenta valores significativamente mais altos nos três indicadores em comparação com o Norte de Minas.
- Isso demonstra que a infraestrutura de saneamento é mais desenvolvida no Oeste, enquanto o Norte de Minas possui deficiências nesse setor.

2. Percentual de Esgoto Coletado e Tratado

- O índice de tratamento de esgoto no Oeste de Minas é muito superior ao do Norte de Minas.
- O Norte de Minas apresenta um percentual muito baixo, indicando que uma grande parte da população não tem acesso a um sistema adequado de esgotamento sanitário.

3. Percentual de Disposição Final do Lixo Coletado

- Ambos os locais possuem um alto índice de coleta de lixo, mas o Oeste de Minas ainda se destaca com um percentual ligeiramente maior.
- A pequena diferença sugere que esse serviço é mais uniforme entre as duas regiões.

4. Percentual da população urbana em domicílios com abastecimento de água (perc_banagua)

- O acesso à água encanada é elevado no Oeste de Minas, enquanto no Norte de Minas, o índice é menor.
- Isso pode indicar desafios no abastecimento hídricos e na infraestrutura de distribuição de água no Norte de Minas.

5. Índice de Saneamento Básico (ISB) Comparado

- O ISB do Oeste de Minas (90,42%) confirma um padrão bem superior ao do Norte de Minas (57,83%).
- A diferença entre os ISBs reflete a variação nos percentuais de coleta de esgoto, disposição final do lixo e abastecimento de água.

Conclusão

A avaliação mostra uma diferença considerável entre as mesorregiões estudadas. Todos os índices do Oeste de Minas são superiores, com ênfase no tratamento de esgoto e no fornecimento de água. Por outro lado, o Norte de Minas carece de melhorias no saneamento, principalmente nesses dois aspectos. Apesar da diferença menor na coleta de lixo entre as regiões, o Oeste ainda leva vantagem. Estes resultados apontam para um contraste notável na infraestrutura de saneamento, evidenciando a necessidade de aprimoramento nas regiões com índices mais baixos.