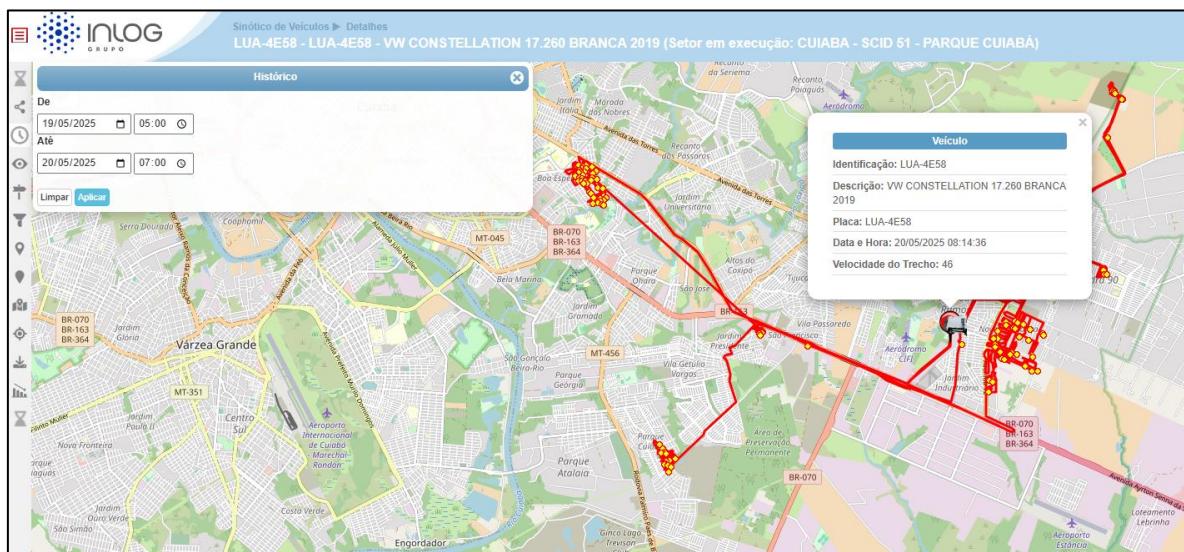


Relatório de falhas (produção dos mapas)

1 Metodologia

A metodologia adotada para a produção do relatório de falhas baseia-se na análise das rotas registradas no sistema Inlog. Diariamente, realiza-se o download dos dados de rastreamento dos veículos (Figura 1), abrangendo o período compreendido entre as 5h da manhã do dia de coleta até as 7h da manhã do dia seguinte.

Figura 1. Ilustração da consulta de rota percorrida.



A análise considera exclusivamente os caminhões listados no Quadro 1, correspondentes à frota escalada para a realização da coleta domiciliar. Considera-se uma falha sempre que uma determinada região não apresenta registro de circulação de caminhão, o que evidencia a ausência de coleta naquele local.

Quadro 1. Listagem das placas dos veículos utilizados na coleta de resíduos domiciliares.

FWY-8A26	JBE-7I26	LUA-4E58	RJE-6H18
JAV-9F86	JBH-7G58	LUF-7H47	RKG-0I47
JAW-7H75	JB1-5I84	LVE-4A65	RKJ-7A33
JAW-7H84	JB1-5I89	PDG-2627	RKJ-7A35
JAW-7H93	JB1-5E89	QYY-4B82	RTL-7A72
JAX-1A35	JB1-5E91	QYY-4D11	SOM-9D19
JAX-1A43	JB1-9F10	RIR-7F29	SOM-9D39
JAX-1A69	JB1-9F11	RJE-6H09	SOM-9D99
JAX-5D11	JB1-9F12	RJE-6H10	SOM-9C69
JAX-5D16			

De posse dos arquivos de rotas, realiza-se um pré-processamento com o objetivo de remover erros pontuais de geometria presentes nos arquivos originais. Essa etapa é indispensável, pois tais inconsistências inviabilizam qualquer processamento subsequente com dados geoespaciais.

Concluído o pré-processamento, inicia-se o algoritmo de identificação da alocação setorial dos caminhões. Essa etapa tem por finalidade atribuir corretamente qual veículo foi responsável por cada setor, desconsiderando caminhões coletores que apenas transitaram por determinada área a caminho de seu destino final. Com isso, reduz-se o ruído gerado por veículos em deslocamento e evita-se a associação indevida a regiões não atendidas.

Adicionalmente, foram desconsiderados os trechos em que os veículos apresentaram velocidade superior a 45 km/h, por se tratar, majoritariamente, de deslocamentos pelas vias principais.

Como parâmetro de referência, observou-se que, durante os trechos efetivos de coleta, os caminhões geralmente operam com velocidade média próxima de 10 km/h. Esse valor não foi utilizado como critério de filtragem, mas auxilia na interpretação dos dados processados.

Dessa forma, foi possível identificar os trechos efetivamente percorridos pelo caminhão de coleta no setor de destino. Para cada 5 metros de deslocamento do veículo, aplica-se um raio de influência de 30 metros, o que permite considerar situações operacionais nas quais os coletores (garis) se afastam momentaneamente do caminhão para buscar resíduos em pontos mais distantes e retornam com o material. Esse tipo de situação, no entanto, é pontual e não representa a totalidade da operação. Assim, é esperado que o resultado final represente uma área de “coleta realizada” levemente superior à cobertura real, funcionando como uma estimativa com viés de abrangência.

A partir dessa superfície de cobertura, também são identificados os trechos que não apresentaram passagem do veículo. Para reduzir a ocorrência de falsos positivos, foram adotados critérios adicionais de filtragem. Primeiramente, foram desconsiderados os trechos descobertos com extensão inferior a 30 metros, por não apresentarem relevância operacional significativa. Em seguida, os trechos sem cobertura foram agrupados com base em um raio de influência de 50 metros. Caso o grupo formado apresentasse menos de 7 trechos, esse conjunto também foi descartado. Essas medidas visam eliminar falhas esparsas ou pontuais que podem resultar de imprecisões nos dados ou ruídos operacionais.

Por fim, considerando o já exposto, realiza-se esse processamento diariamente, gerando uma saída matricial com resolução espacial de 10 metros. Cada célula

da matriz recebe o valor **1** quando houve passagem do veículo e **0** quando não houve, representando de forma binária a cobertura estimada da coleta domiciliar em cada setor analisado (Figura 2).

O resultado final passou por um processo simples de redução de ruído, no qual pequenas ilhas isoladas de valores 1 ou 0 foram suavizadas com a substituição pelo valor dominante na região adjacente. Esse procedimento teve como objetivo aprimorar a harmonia visual dos mapas, sem comprometer de forma significativa a integridade da análise técnica ou a identificação das falhas de cobertura.

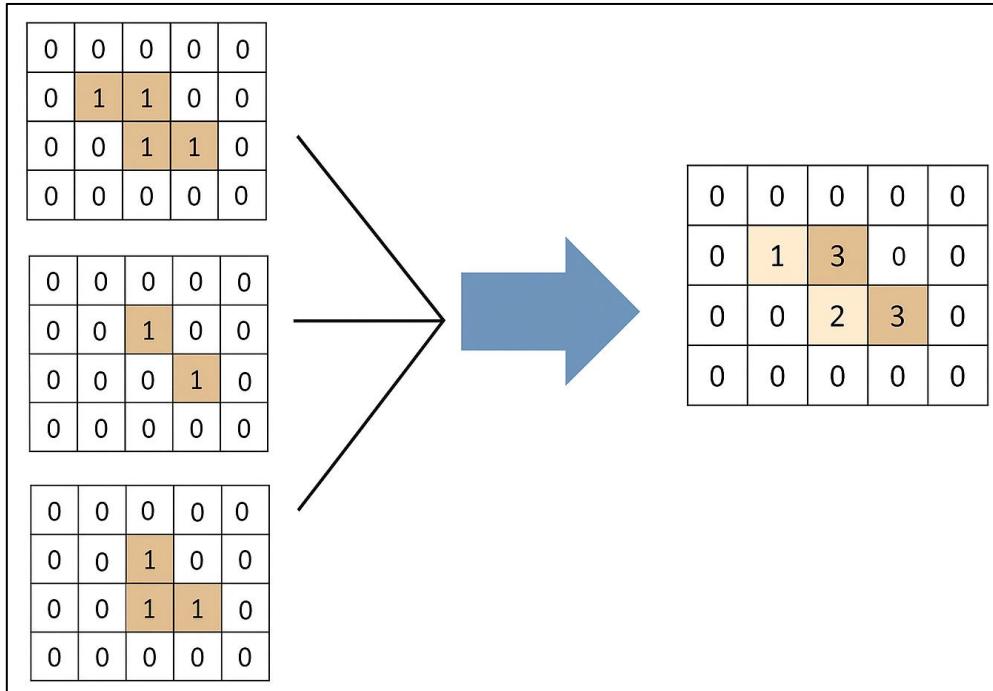
A Figura 2 apresenta um dos resultados reais produzido pelo processamento. A região mais clara, destacada em branco, indica áreas onde, na data analisada, **deveria ter ocorrido a passagem do caminhão de coleta, mas nenhuma cobertura foi registrada**, caracterizando, portanto, falha na execução do serviço.

Figura 2. Exemplificação visual da matriz de falha (resultado real produzido)



Por fim, e não menos importante, os mapas semanais e mensais são produzidos por meio de uma técnica denominada empilhamento. Nesse processo, os mapas diários são sobrepostos e as células com valor 1, indicativas de falha, são somadas nas regiões em que ocorrem de forma recorrente. O resultado é uma matriz que expressa o somatório das falhas acumuladas ao longo do período analisado, permitindo a identificação de padrões persistentes de não cobertura (Figura 3).

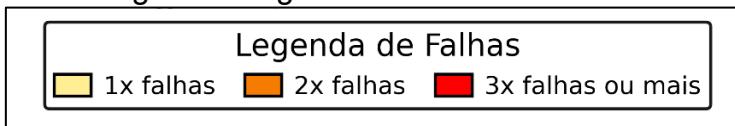
Figura 3. Demonstrativo do funcionamento da técnica de empilhamento matricial



2 Validação dos resultados

A Figura 4 deve ser considerada para melhor compreender a exemplificação de validação de dados.

Figura 4. Legenda de cores de falhas.



A Figura 5 apresenta o material produzido, a Figura 6 apresenta resultado da pesquisa usando a data: 28/04/2025 as 05:00 até 04/05/2025 as 07:00. As linhas coloridas da Figura 6 representam passagem dos caminhões de coleta.

Observa-se na Figura 5 que a metodologia aplicada foi capaz de identificar com precisão três falhas de coleta nas seguintes vias: Cinquenta e Nove, Sessenta e Um, Sessenta e Cinco, Sessenta e Nove, Setenta e Três e Oitenta e Um. Também foi corretamente registrada a ocorrência de apenas uma coleta nas ruas Setenta e Sete, Oitenta e Cinco e Noventa e Um, resultando em uma representação visual de duas falhas acumuladas nesses locais. Destaca-se, ainda, a acurácia na representação da rua Oitenta e Um com três falhas consecutivas, mesmo estando cercada por vias adjacentes que apresentaram duas falhas, evidência da sensibilidade espacial do modelo empregado.



EMPRESA CUIABANA DE LIMPEZA URBANA DIRETORIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Data referência: 28 de abril ~ 5 de maio, região do CPA (Morada da Serra)

Figura 5. Material produzido



Figura 6. Sistema Inlog



Adicionalmente, apresenta-se mais um exemplo de validação. Observa-se que, embora a Rua Trinta não tenha apresentado cobertura de coleta na data analisada, o material produzido não a classificou como “falha”. Trata-se de um caso isolado, compatível com as limitações já descritas da metodologia. Por outro lado, as ruas Trinta e Um, Trinta e Dois, Trinta e Três e Trinta e Quatro foram corretamente identificadas como “não falha”, evidenciando a consistência do processamento nas demais vias adjacentes.

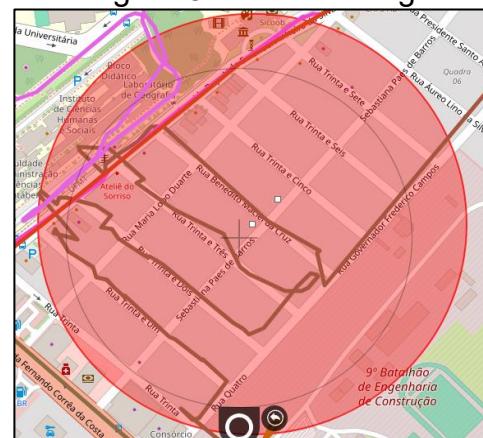
Destaca-se, ainda, que a partir da Rua Trinta e Quatro é possível observar a interrupção da coleta na região, fato também corretamente representado no material produzido (Figura 5), reforçando a coerência espacial dos dados.

Data referência: 7 de abril ~ 12 de abril, região do Boa Esperança.

Figura 7. Material produzido



Figura 8. Sistema Inlog



3 Considerações finais

A metodologia apresentada neste relatório tem como base os dados de rastreamento veicular obtidos a partir do sistema Inlog, aplicando critérios geoespaciais objetivos e rotinas validadas por meio de verificações manuais recorrentes dentro da própria plataforma. Ressalta-se, no entanto, que o processo de análise está condicionado à disponibilidade de dois elementos principais: (i) a rota efetivamente percorrida pelo veículo e (ii) a informação sobre o setor designado para a coleta no respectivo dia.

Dessa forma, não há acesso direto ao roteiro planejado da coleta, tampouco aos registros de execução operacional interna da contratada, o que limita a análise à comparação entre a circulação efetiva e a expectativa mínima de atendimento territorial.

Ainda que o método empregue mecanismos de redução de ruído e falsos positivos — como filtros de velocidade, distância mínima e agrupamento espacial —, podem ocorrer imprecisões marginais, especialmente em áreas com baixa densidade de cobertura ou situações operacionais atípicas. Adicionalmente, a aplicação de raio de influência nos deslocamentos contribui para uma estimativa de abrangência levemente superior à realidade, servindo como margem de segurança interpretativa.

Observa-se que o material produzido apresenta **nível de precisão espacial compatível com a escala de via urbana**, sendo capaz de identificar falhas a nível de rua. No entanto, **pode haver distorções localizadas em regiões de transição entre setores, interseções viárias ou vias isoladas rodeadas por áreas atendidas**, em razão dos limites técnicos da modelagem espacial. Ainda assim, a visão macro resultante mantém **elevado grau de confiabilidade**, sendo plenamente adequada ao diagnóstico operacional do serviço.

É importante destacar que os mapas semanais e mensais resultantes do processo de empilhamento não representam necessariamente falhas consecutivas em um mesmo ponto, ainda que as células estejam visualmente conectadas. As ocorrências de falha podem ter se dado em dias distintos, motivo pelo qual a leitura das áreas com 1x ou 2x falhas deve ser feita como **acúmulo de ausência de cobertura ao longo do período**, e não como falha contínua. **Entretanto, nos mapas com indicação de 3x falhas em uma mesma semana, considera-se que houve falha contínua ao longo dos dias do período semanal.**

Por fim, o material aqui apresentado deve ser compreendido como uma ferramenta de diagnóstico técnico, com **elevado grau de precisão e validação**

empírica recorrente, capaz de oferecer uma visão macro da situação da coleta domiciliar, subsidiando ações de fiscalização, apuração contratual e planejamento corretivo.

4 Encerramento

Para fins de transparência e complementação da análise, **anexam-se a este relatório os mapas de falhas produzidos semanalmente**, correspondentes a **oito semanas distintas** de acompanhamento.

Ao todo, são **10 mapas anexos**, organizados sequencialmente e identificados por período de referência, permitindo a leitura visual direta da frequência e da distribuição territorial das falhas ao longo do tempo.

Viktor Antal Stringhini
Engenheiro Sanitarista
LIMPURB

Data inicial: 24 de março Data final: 19 de abril



Data inicial: 21 de abril Data final: 17 de maio



Legenda de Falhas

1x falhas 2x falhas 3x falhas 4x falhas 5x falhas 6x falhas 7x falhas 8x falhas 9x falhas ou mais

Data inicial: 24 de março Data final: 29 de março



Legenda de Falhas

1x falhas 2x falhas 3x falhas ou mais

Data inicial: 31 de março Data final: 5 de abril



Legenda de Falhas

1x falhas 2x falhas 3x falhas ou mais

Data inicial: 7 de abril Data final: 12 de abril



Legenda de Falhas

1x falhas 2x falhas 3x falhas ou mais

Data inicial: 14 de abril Data final: 19 de abril



Legenda de Falhas

1x falhas 2x falhas 3x falhas ou mais

Data inicial: 21 de abril Data final: 26 de abril



Legenda de Falhas

1x falhas 2x falhas 3x falhas ou mais

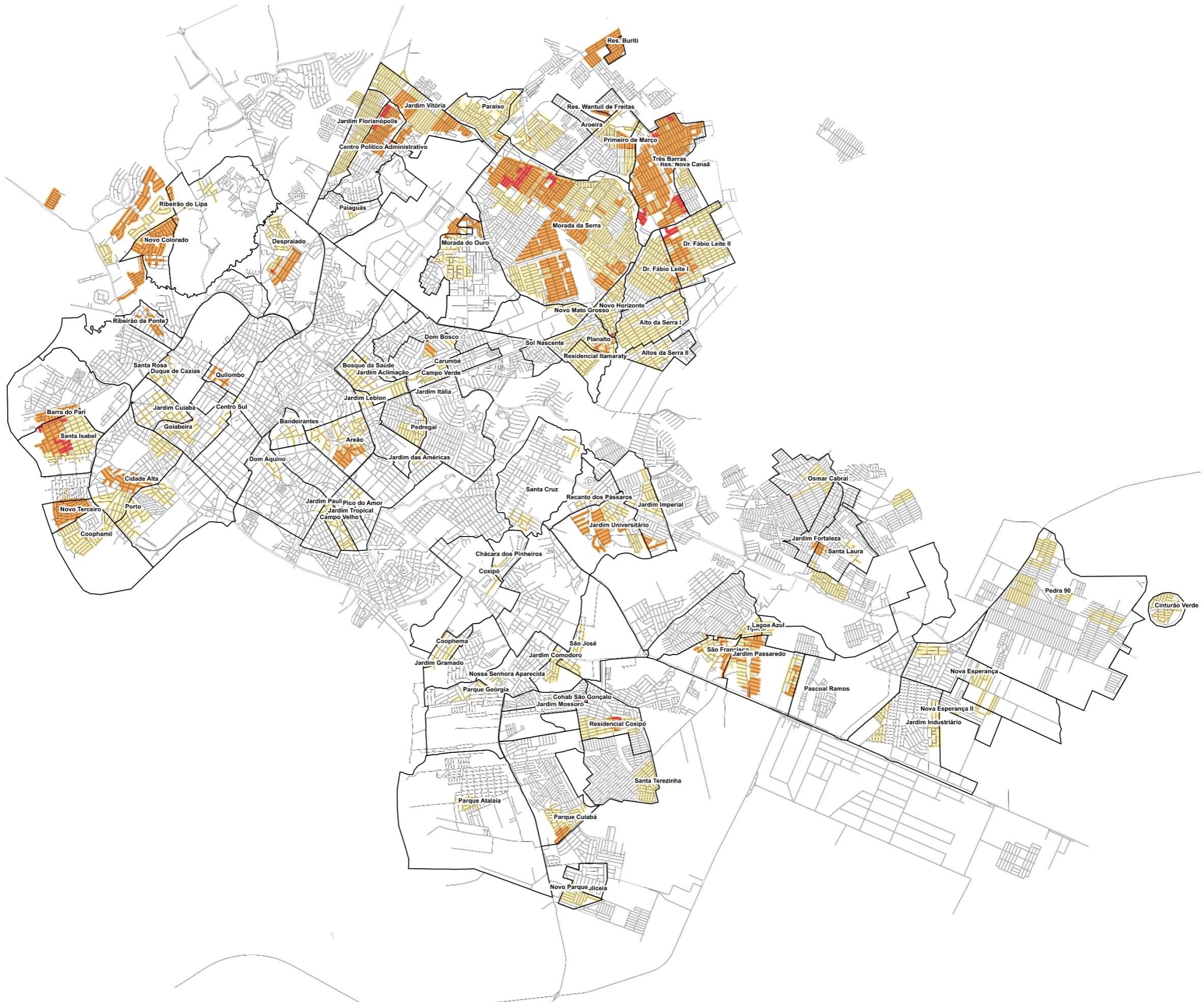
Data inicial: 28 de abril Data final: 3 de maio



Legenda de Falhas

■ 1x falhas ■ 2x falhas ■ 3x falhas ou mais

Data inicial: 5 de maio Data final: 10 de maio



Legenda de Falhas

■ 1x falhas ■ 2x falhas ■ 3x falhas ou mais

Data inicial: 12 de maio Data final: 17 de maio



Legenda de Falhas

■ 1x falhas ■ 2x falhas ■ 3x falhas ou mais