

NATUREZA DO TRABALHO : PERÍCIA DE ENGENHARIA

O USO DE ORTOIMAGENS EM PERÍCIAS DE ENGENHARIA

Resumo

Em lides que envolvem a apuração de áreas e divisas de imóveis, as atividades de conferência normalmente são realizadas mediante levantamento topográfico na região de interesse. Existem situações em que as características físicas da área em estudo dificultam as atividades de medição, como é o caso de áreas de grande extensão e difícil acesso, que demandam muitas diligências ao local, implicando na alocação de recursos físicos e financeiros elevados. Também há casos em que a ocupação da área de interesse oferece riscos às atividades de levantamento cadastral, como é o caso de imóveis localizados em bairros com alto índice de criminalidade ou em imóveis invadidos, nos quais os próprios ocupantes oferecem resistência aos trabalhos de campo. Nessas situações, tem se mostrado como uma alternativa ao levantamento topográfico a utilização de imagens de alta resolução, as ortomagens, obtidas através de câmeras fotográficas métricas instaladas em aeronaves. As ortomagens recebem tratamento digital denominado “ortorretificação” que elimina os efeitos de perspectiva comumente observados em fotos aéreas, possibilitando medições precisas da região em estudo e permitindo avaliar de modo objetivo degradações ambientais, caracterizar a situação de imóveis extensos, analisar divisas, etc.

Identificação de áreas e divisas, Ortoimagem, Perícia

Introdução

No âmbito das Perícias de Engenharia, frequentemente há lides que necessitam da apuração ou conferência das dimensões lineares ou metragem de imóveis. Essa atividade normalmente é realizada mediante levantamento topográfico da área ou edificações de interesse.

Em alguns casos, as características físicas da região de interesse dificultam a atividade de conferência da equipe de topografia, como é o caso de imóveis de difícil acesso, com relevo excessivamente acidentado ou glebas muito extensas, que demandam diversas diligências ao local, implicando em aumento do prazo para conclusão do levantamento e aumento significativo dos recursos financeiros alocados para a realização do levantamento cadastral.

Também há situações em que a localização do imóvel oferece condições desfavoráveis ou até de risco para as atividades de aferição, como é o caso de imóveis localizados em bairros com alto índice de criminalidade, ou quando há resistência dos seus ocupantes em franquear o acesso para realização do levantamento cadastral.

Nessas situações, tem se mostrado como recurso facilitador e de boa relação custo x benefício para o levantamento cadastral a utilização de imagens de alta resolução, as ortoimagens, obtidas através de câmeras fotográficas métricas instaladas em aeronaves e que possibilitam medições e conferências com alto grau de precisão.

1. Imagem Aerofotogramétrica - Ortoimagem

Ortoimagem é uma representação fotográfica de uma região da superfície terrestre, na qual todos os elementos apresentam a mesma escala, livre de erros e deformações, com a mesma validade de um plano cartográfico.

Aerofotogrametria tem por definição a cobertura aerofotográfica executada para fins de mapeamento de uma área. Uma aeronave equipada com câmeras fotográficas métricas percorre o território fotografando-o verticalmente, seguindo orientações técnicas como ângulo máximo de cambagem, sobreposição frontal entre as fotos, sobreposição lateral, entre outros.

Um vôo aerofotogramétrico é dado pela sequência de tomada de fotografias, analógicas ou digitais, através de faixas de fotos paralelas.

Com base na cobertura aerofotográfica, pode-se realizar restituição planialtimétrica da área de interesse, atribuindo a cada coordenada de uma área de interesse sua posição geográfica e altitude referente a mesma. A partir dos vôos aerofotogramétricos, é possível adquirir a ortoimagem.

Uma ortofotografia se consegue a partir de um conjunto de imagens aéreas (tomadas desde um helicóptero ou satélite) que tenham sido corrigidas digitalmente para representar uma projeção ortogonal sem efeitos de perspectiva, pela qual é possível realizar medições exatas, ao contrário de uma fotografia aérea simples, que sempre apresenta deformações causadas pela perspectiva da câmera, a altitude ou da velocidade com que se move a câmera. A este processo de correção digital chama-se de ortorretificação.

A precisão da ortoimagem permite avaliar e monitorar de modo objetivo degradações ambientais, caracterizar a situação de implantação de imóveis extensos e das suas divisas e benfeitorias, elaborar mapas de uso e ocupação,

hipsometria, curvas de nível, modelo de elevação de superfície (e de terreno), volumetrias, dentre outras possibilidades.

Embora possa parecer óbvia sua utilização, por ser conhecida há muito tempo, o que ocorre no momento é o maior acesso a essa ferramenta em razão da fotografia digital, da redução de custo para seu processamento, além da celeridade de sua elaboração, dado que o kit de equipamentos envolvidos pode ser instalado em aeronaves de pequeno porte (helicópteros), resultando em sobrevãos de custos operacionais mais reduzidos em relação aos vãos inerentes a um levantamento aerofotogramétrico convencional.

2. Estudo de Caso

Apresenta-se a seguir estudo de caso no qual a Perícia utilizou ortoimagens para análise da evolução de ocupação irregular em ação de reintegração de posse.

A opção pela utilização da ortoimagem nesse caso ocorreu em virtude do risco envolvido na realização de levantamento cadastral da área em litígio, sobretudo pela resistência esperada dos ocupantes da área invadida.

3.1 Breve Histórico

A ação de reintegração de posse objeto da Perícia em questão versava sobre ocupação irregular em imóvel de propriedade de concessionária de energia elétrica, sobre o qual se encontra instalada linha de transmissão.

Em razão de altos riscos que as instalações da linha de transmissão podem representar à vida e segurança de pessoas, essas áreas são classificadas como área *non aedificandi* e, por conseguinte, não podem ser objeto de construção, nem de ocupação.

Em resumo, a concessionária alegava que por ocasião de manutenção de equipamentos tomou conhecimento da existência de invasões na faixa de segurança da linha de transmissão, com edificações de alvenaria e madeira, erigidas sem autorização.

Caracterizado o esbulho possessório e diante da falta de ressonância das medidas tomadas no sentido dos ocupantes deixarem a área em referência, a concessionária promoveu ação de reintegração de posse.

Citados, os ocupantes alegaram em síntese que estariam ocupando a área em litígio deste entre 5 e 15 anos, não tendo a concessionária demonstrado o esbulho que teria sofrido, a ocorrência de acidentes, além de não ter sido individualizada e identificada a exata localização do imóvel de sua propriedade.

3.2 Objeto da Perícia

A Prova Pericial designada nos autos da ação em referência teve por objeto elucidar os seguintes pontos controversos fixados pelo M.M Juízo:

- 1) Se a área objeto da ação é ou não área *non aedificandi* em servidão de passagem de linha de transmissão de alta tensão;
- 2) Exercício, pelo autor, da posse do imóvel (aferível pela construção de linha de transmissão), e desde quando;
- 3) A prática do ato do esbulho

3.3 Localização

As fotografias apresentadas a seguir ilustram a localização da área em questão.



Localização da área em estudo



Localização da área em estudo

3.4 Opção pela Realização de Ortoimagem

Após exame de aerofotos adquiridas pela Perícia para análise da evolução da ocupação da área em litígio, procedeu-se ao estudo da porção que estaria sendo ocupada pelos Réus.

A concessionária forneceu à Perícia Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da linha de transmissão.

Foi previamente definido que, em função da dinâmica e características inerentes à ocupação objeto da Perícia, e até por questões de segurança, os trabalhos de campo seriam realizados através de sobrevôo de reconhecimento de baixa altitude e não contemplariam a individualização através de levantamento topográfico planimétrico dos perímetros e áreas das moradias existentes e nem a identificação dos seus ocupantes, visto que é normal ocorrerem muitas alterações ao longo do tempo.

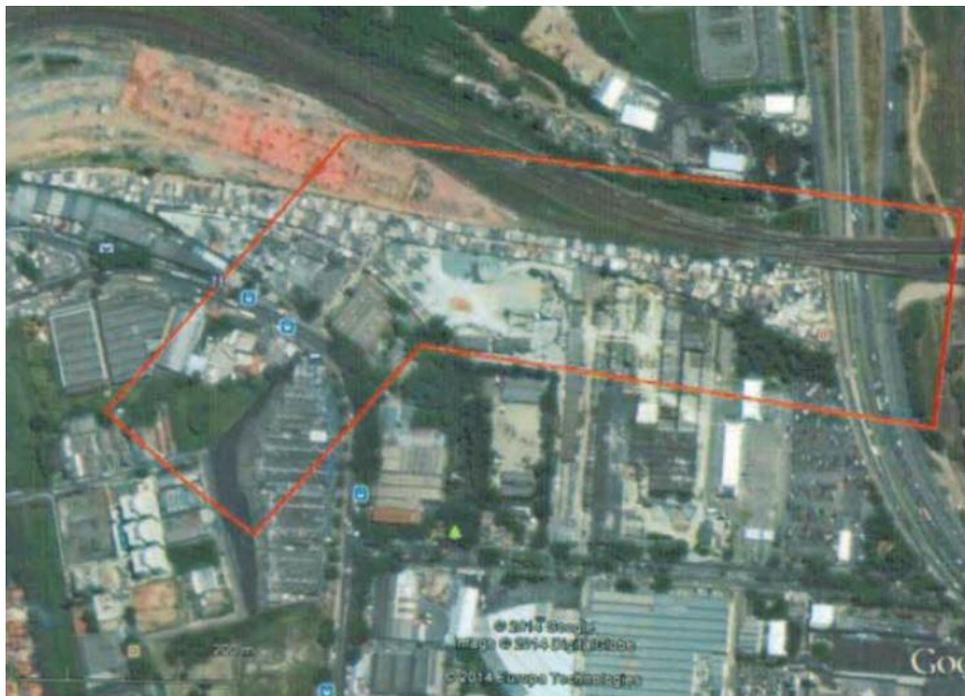
Assim sendo, afastou-se a hipótese da realização de levantamento topográfico cadastral, tendo se optado por substituí-lo pela obtenção e análise de ortomagem digitalizada, complementada pelo exame de imagens capturadas a partir de sobrevôo por helicóptero da gleba e do exame da Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões fornecida pela Concessionária.

O processo investigativo descrito anteriormente indicou ocupação em parte da faixa de segurança da linha de transmissão de alta tensão concessionária.

A localização da referida porção, onde foi implantada na linha de transmissão em exame, foi caracterizada em ortomagem de alta resolução elaborada a partir de 65 (sessenta e cinco) aerofotos obtidas em sobrevôo de helicóptero realizado na área de interesse.

3.5 Da obtenção da ortoimagem

Para abranger a região de interesse à Perícia a aeronave utilizada para obtenção da ortoimagem percorreu área de aproximadamente 18 hectares, conforme indicado na ilustração abaixo.



Área sobrevoada pela aeronave

O vôo teve duração de aproximadamente 8 minutos e foi realizado a uma altitude de 1060m.

Foi utilizado helicóptero com motor a combustão, tripulado por piloto e navegador, dotado de sistema digital para aerolevantamentos, que promove o auxílio e a orientação ao vôo.

A ilustração apresentada a seguir ilustra a interface de auxílio à navegação utilizada na aeronave.



Interface de auxílio à navegação

Durante o vôo foram realizadas 65 imagens de alta resolução da região de interesse que, após processadas e ortorretificadas, resultaram na ortoimagem utilizada pela Perícia.

A Ortoimagem produzida coletou imagens com pixel de 5 cm. Entretanto, nada implica que sejam necessárias outras acurácias para diferentes necessidades, exemplificadas a seguir:

- Perícias sobre acidentes e/ou catástrofes naturais, bem localizadas (pixel de 1-3 cm);
- Regularização fundiária urbana (pixel de 5-7 cm);
- Cadastro urbano multi-finalitário (pixel de 10-15 cm);
- Cadastro rural multi-finalitário (pixel de 15-20 cm);
- Levantamentos rurais, para diversas necessidades de regularização (pixel de 20-30 cm).

As imagens apresentadas a seguir ilustram a diferença de qualidade e nível de detalhamento entre a ortoimagem utilizada na Perícia, reproduzida parcialmente, e foto de satélite da mesma região, disponível gratuitamente na internet.



Reprodução parcial da ortoimagem utilizada na Perícia

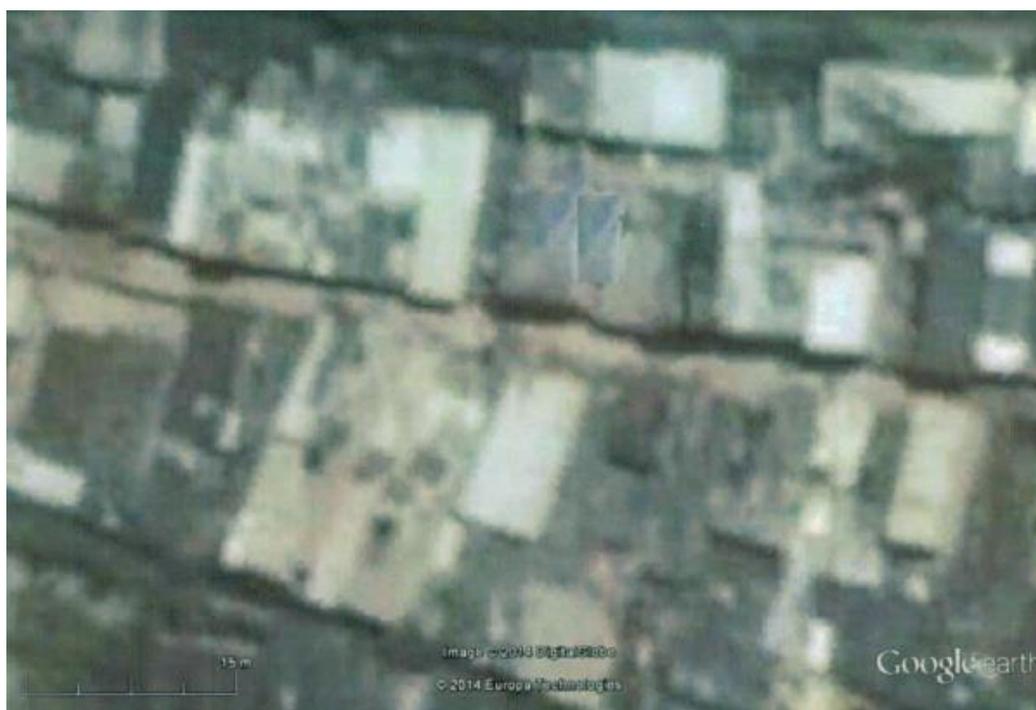


Foto de satélite da região acima, disponível gratuitamente na internet.

3.6 Análise da Evolução da Ocupação da linha de transmissão

Através de superposição entre ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões fornecida pela concessionária foi possível posicionar com elevado grau de precisão os limites da faixa de segurança da linha de transmissão da Autora.

Examinando-se a ortoimagem de alta resolução em referência, verificou-se que:

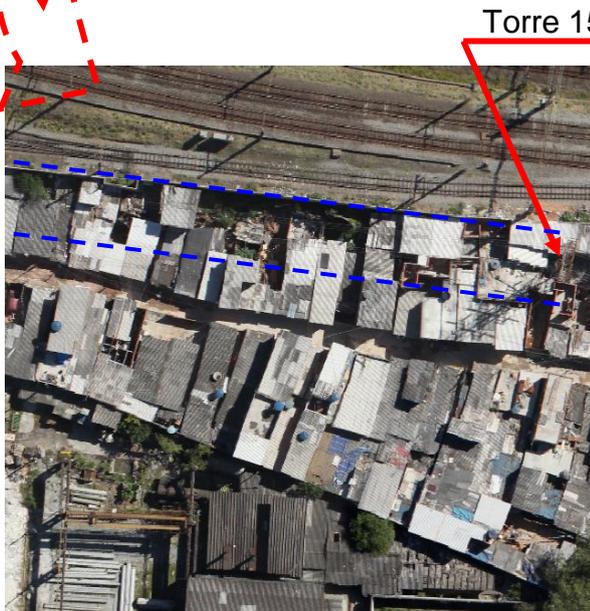
- 1) A projeção dos limites dos imóveis ocupados pelos Réus se sobrepõe aos limites da projeção da faixa de segurança pertencente e linha de transmissão de alta tensão da Autora, na porção entre as Torres 14 a 18, indicado na planta cadastral da concessionária.
- 2) Houve incremento significativo da ocupação da faixa da linha de transmissão em relação à situação indicada na Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões fornecida pela concessionária.

Na sequência são apresentadas reproduções parciais da ortoimagem utilizada na Perícia, acompanhadas de fotografias oblíquas obtidas na mesma data do sobrevoo de baixa altitude realizado na região em exame.

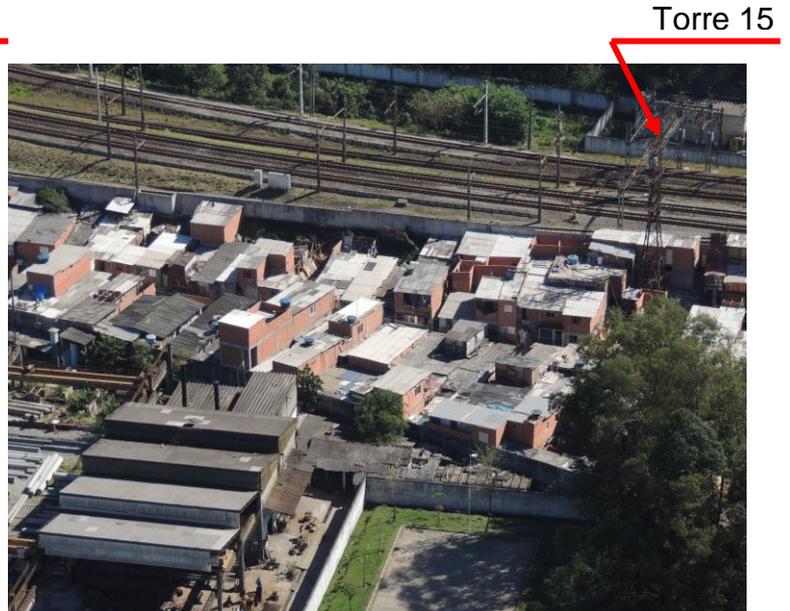
1 - Ocupação da faixa da linha de transmissão próxima a Torre 15.



Ortoimagem



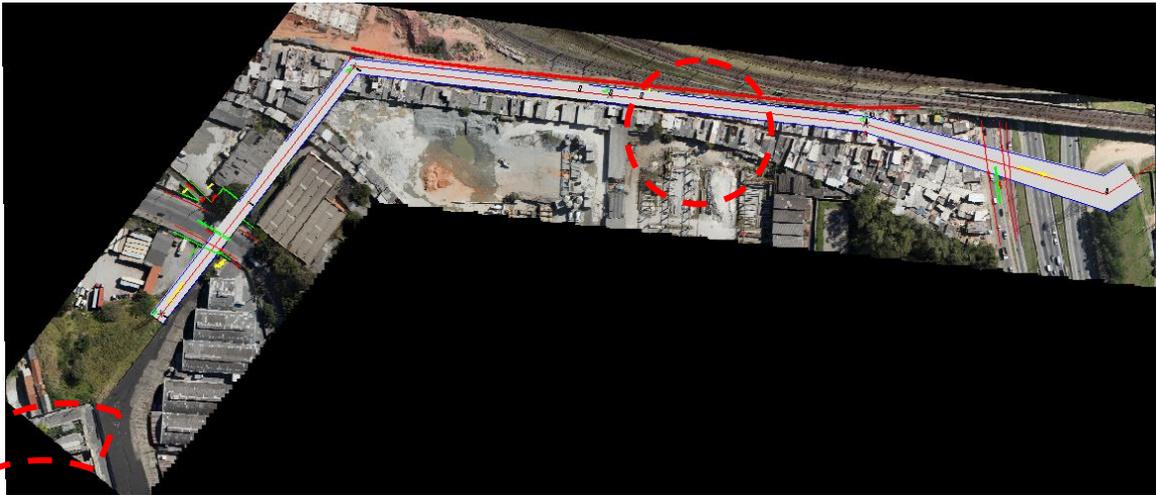
Detalhe Ortoimagem



Aspecto Observado em Sobrevôo

--- Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

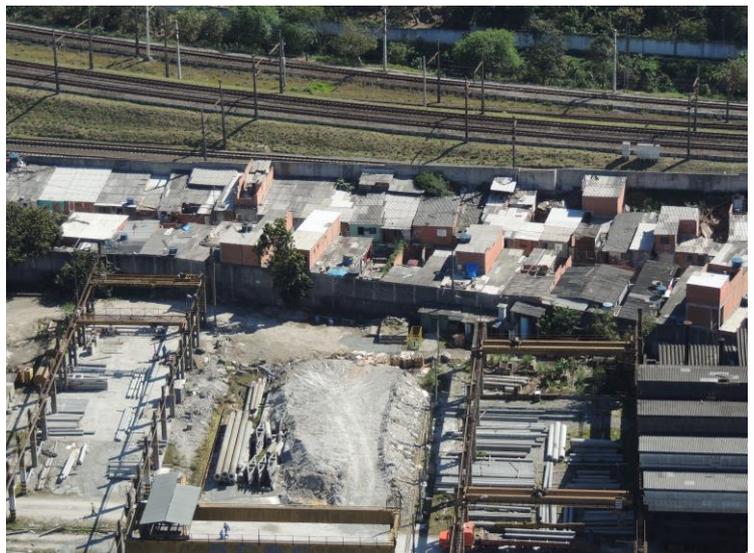
2 - Ocupação da faixa da linha de transmissão entre as Torres 15 e 16.



Ortoimagem



Detalhe Ortoimagem



Aspecto Observado em Sobrevôo

- - - - - · Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

3 - Ocupação da faixa da linha de transmissão próxima a Torre 16.



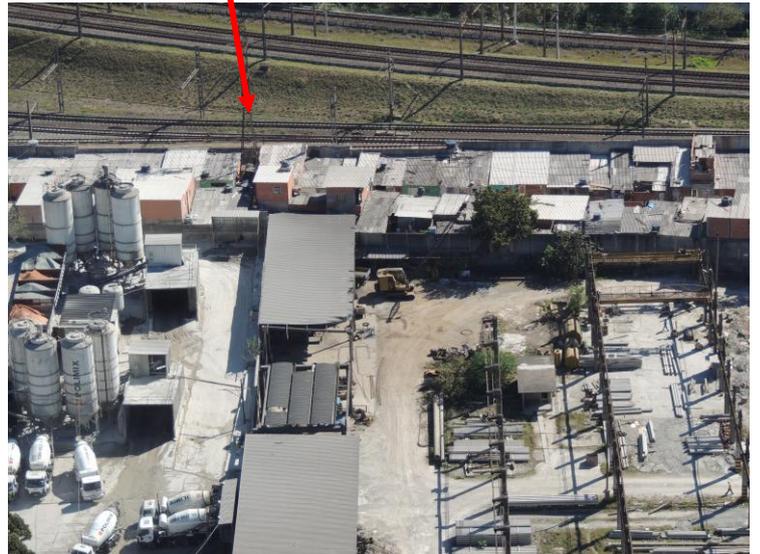
Ortoimagem

Torre 16

Torre 16



Detalhe Ortoimagem



Aspecto Observado em Sobrevôo

--- Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

4 - Ocupação da faixa da linha de transmissão próxima a Torre 16.



Torre 16

Torre 16



Detalhe Ortoimagem

Aspecto Observado em Sobrevôo

- - - - - Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

5 - Ocupação da faixa da linha de transmissão entre as Torres 16 e 17.



Ortoimagem



Detalhe Ortoimagem



Aspecto Observado em Sobrevôo

--- Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

6 - Ocupação da faixa da linha de transmissão próxima a Torre 17.



Ortoimagem

Torre 17

Torre 17



Detalhe Ortoimagem

Aspecto Observado em Sobrevôo

--- Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

7 - Ocupação da faixa da linha de transmissão próxima a Torre 17.



Ortoimagem

Torre 17



Detalhe Ortoimagem

Torre 17



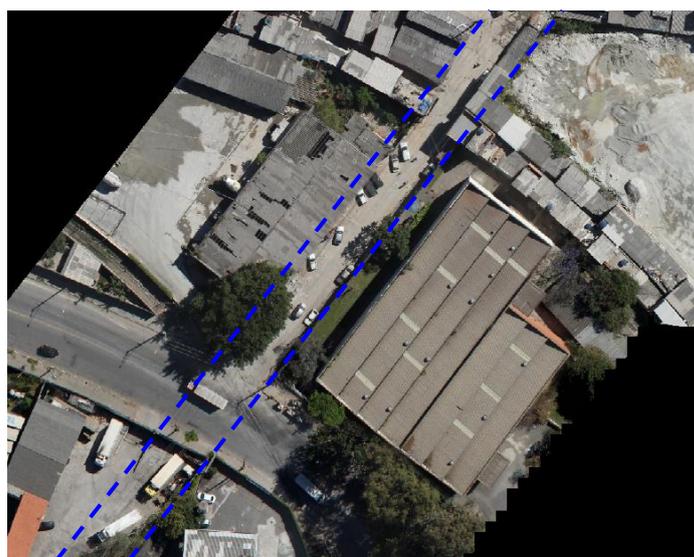
Aspecto Observado em Sobrevôo

--- Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

8 - Ocupação da faixa da linha de transmissão próxima a via pública de acesso ao local.



Ortoimagem



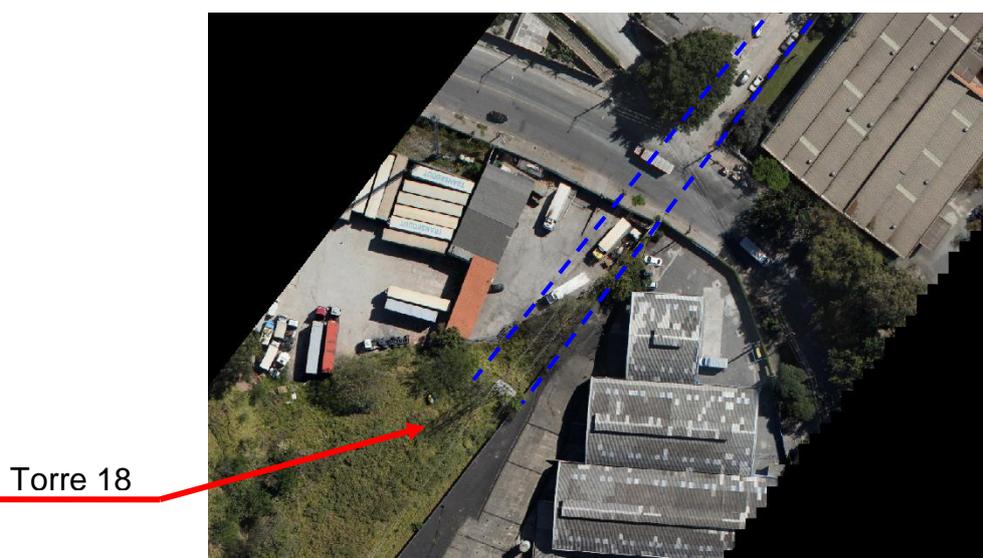
Detalhe Ortoimagem

--- Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

9 - Ocupação da faixa da linha de transmissão próxima a Torre 18 e a via pública.



Ortoimagem



Torre 18

Detalhe Ortoimagem

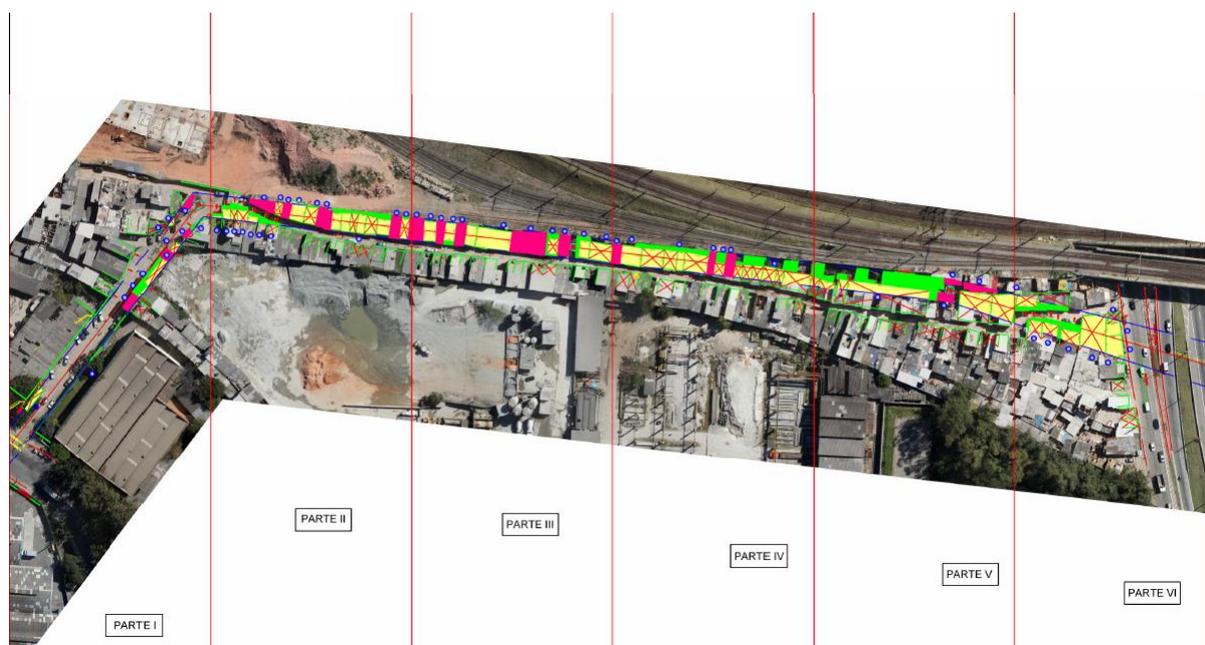
--- Limite aproximado da Faixa de Segurança da Linha de Transmissão da Autora

A comparação entre a situação indicada na Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões fornecida pela Concessionária e a situação registrada na ortoimagem e fotos aéreas da região em estudo indicou que houve acréscimo da ocupação da faixa de segurança da linha de transmissão por edificações erigidas pelos Réus.

Identificadas as áreas em que houve acréscimo de ocupação, foi possível aferir com elevado grau de precisão, através da ortoimagem, as metragens dessas regiões, tanto para construções existentes em que foram observados acréscimo de metragem, quanto para locais em que não havia registro anterior de ocupação.

A imagem a seguir indica o resultado da superposição da ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da concessionária, na qual foi analisada a evolução das ocupações realizadas pela Ré.

10 – Superposição entre a ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da concessionária



LEGENDA

- INVASÃO INDICADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- ÁREA DE ACRÉSCIMO DAS PORÇÕES INDICADAS NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- INVASÃO NÃO CONTEMPLADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES

Na sequência, são apresentados detalhes da imagem acima.

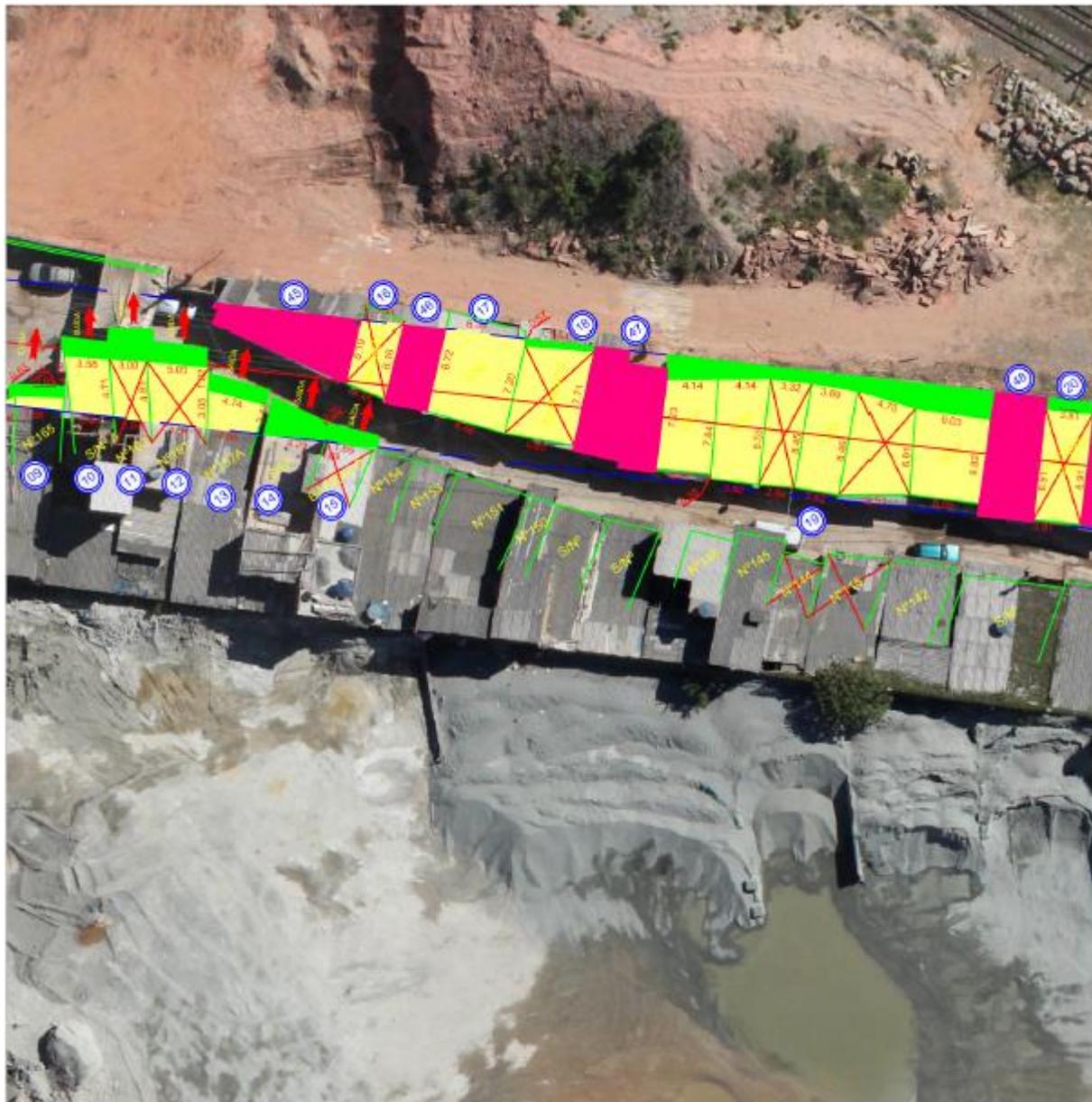
11 – Detalhe de Superposição entre a Ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da concessionária – Parte I



LEGENDA

- INVASÃO INDICADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- ÁREA DE ACRÉSCIMO DAS PORÇÕES INDICADAS NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- INVASÃO NÃO CONTEMPLADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES

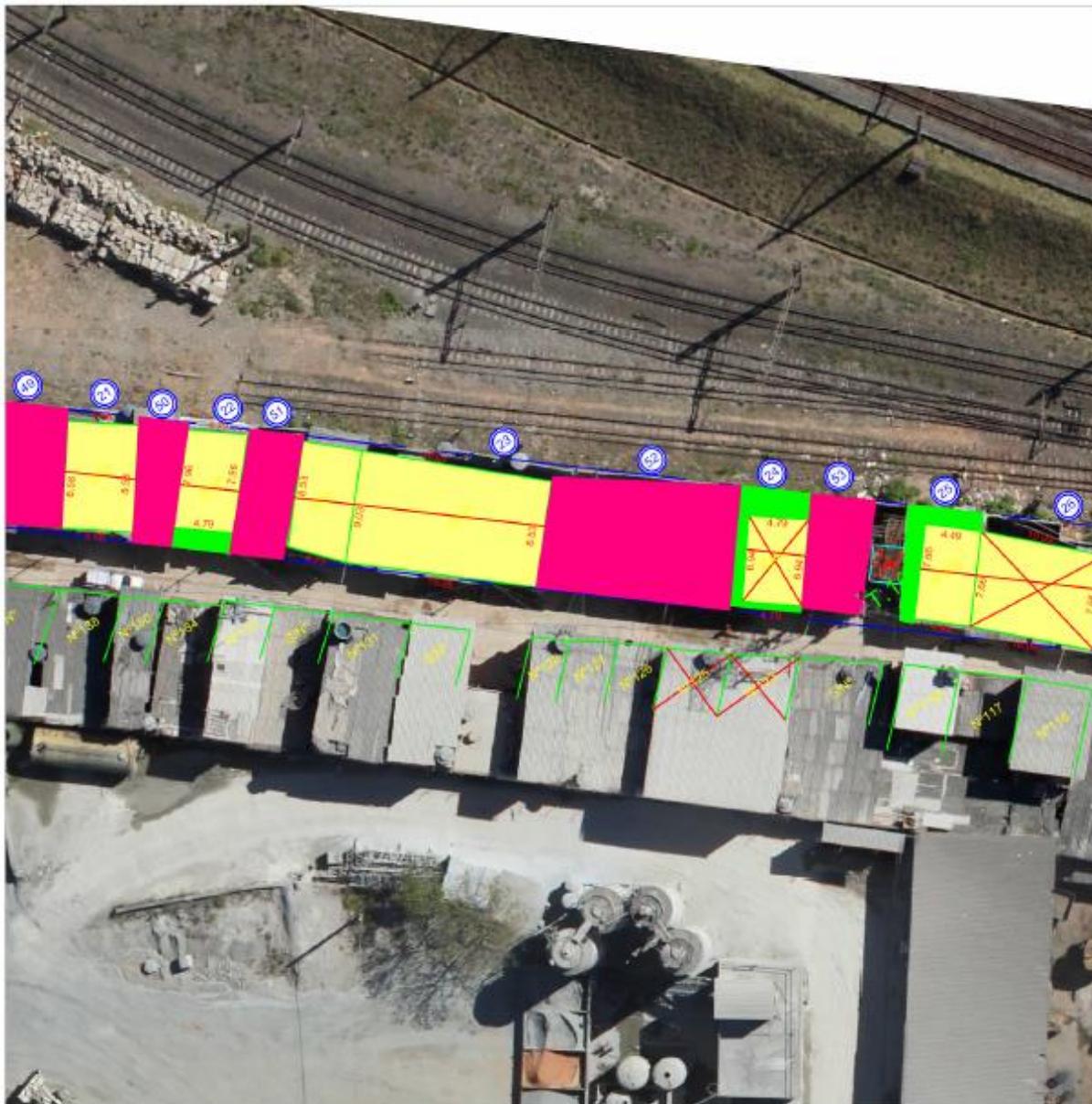
12 – Detalhe de Superposição entre a ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da concessionária – Parte II



LEGENDA

- INVASÃO INDICADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- ÁREA DE ACRÉSCIMO DAS PORÇÕES INDICADAS NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- INVASÃO NÃO CONTEMPLADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES

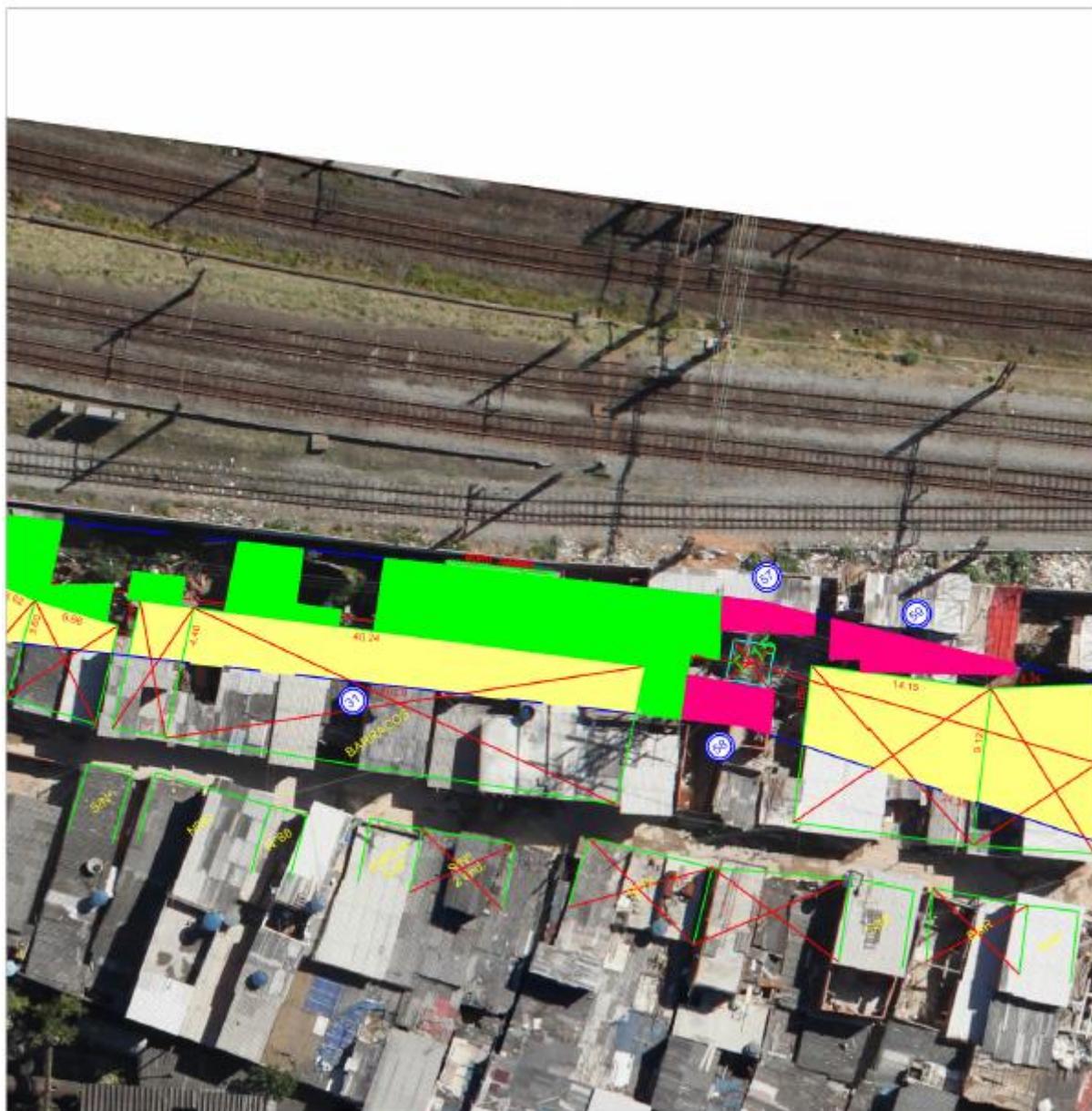
13 – Detalhe de Superposição entre a ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da concessionária – Parte III



LEGENDA

- INVASÃO INDICADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- ÁREA DE ACRÉSCIMO DAS PORÇÕES INDICADAS NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- INVASÃO NÃO CONTEMPLADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES

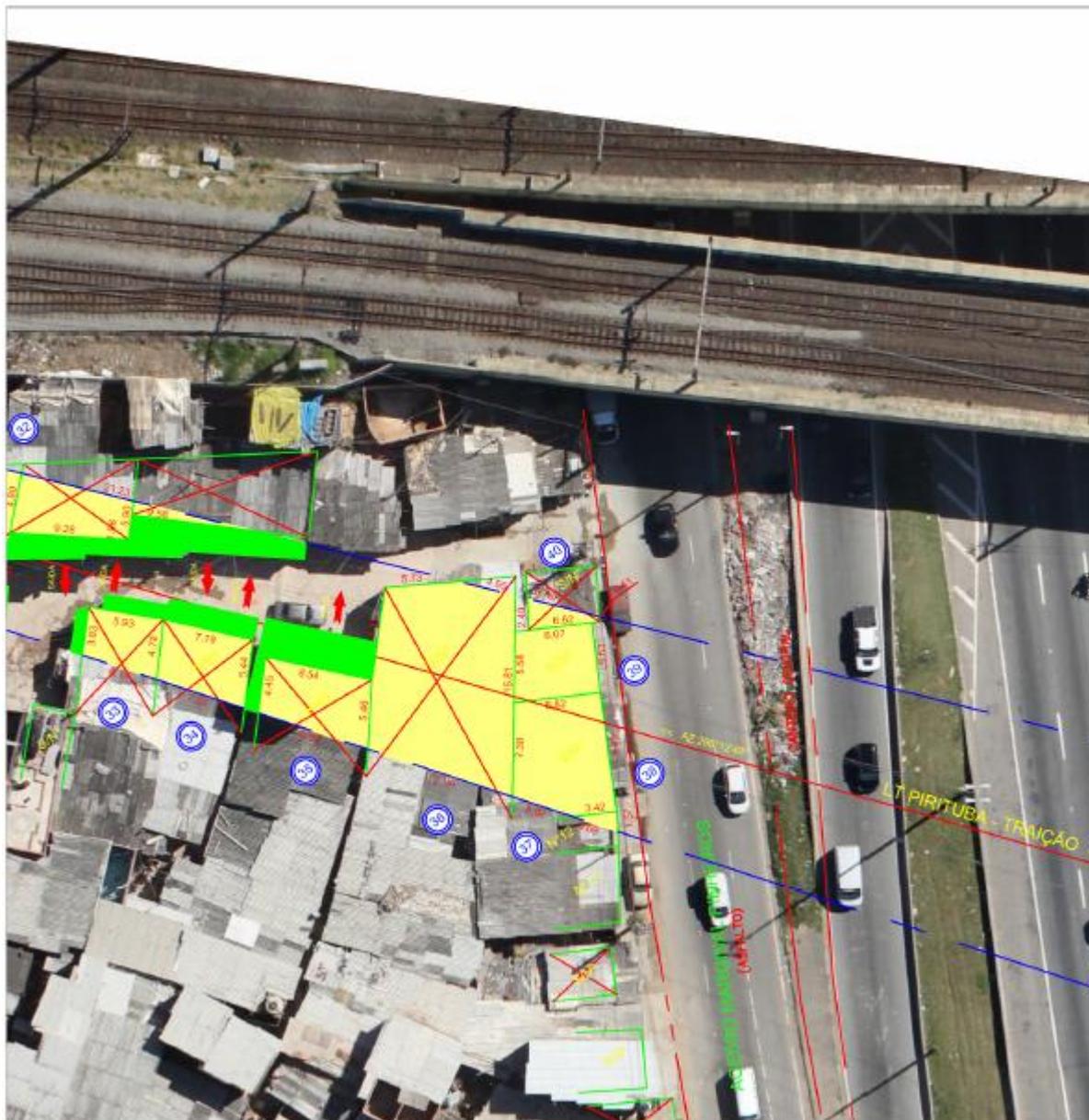
15 – Detalhe de Superposição entre a ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da concessionária – Parte V



LEGENDA

- INVASÃO INDICADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- ÁREA DE ACRÉSCIMO DAS PORÇÕES INDICADAS NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- INVASÃO NÃO CONTEMPLADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES

16 – Detalhe de Superposição entre a ortoimagem com a Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões da concessionária – Parte VI



LEGENDA

- INVASÃO INDICADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- ÁREA DE ACRÉSCIMO DAS PORÇÕES INDICADAS NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES
- INVASÃO NÃO CONTEMPLADA NA PLANTA DE DEMARCAÇÃO E CADASTRO DE INVASÕES

3.7 Resultados de Interesse

A apuração das metragens e dimensões de interesse pode ser realizada mediante utilização de software específico para essa finalidade, disponível gratuitamente, ou através de softwares tipo “CAD”, uma vez que também é possível inserir a ortoimagem em escala em arquivos de extensão dwg, possibilitando aferições precisas em ambas as ferramentas mencionadas.

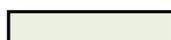
A somatória das extensões das regiões classificadas nas imagens anteriores como sendo áreas com acréscimo das porções indicadas na Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões (indicadas na cor verde) com as metragens das invasões não contempladas anteriormente na Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões (indicadas na cor magenta) resultou nos valores indicados no Quadro apresentado a seguir.

Quadro 1 – Análise das Apurações

Invasão	Área (m ²)		
	Informada na Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões	Apurada pela Perícia	
		Acréscimo	Total
1	22,59	-	22,59
2	6,08	-	6,08
3	7,48	17,28	24,76
4	38,86	18,42	57,28
5	12,54	-	12,54
6	0,33	-	0,33
7	5,94	-	5,94
8	1,84	5,70	7,54
9	3,83	3,95	7,78
10	16,06	5,13	21,19
11	14,00	8,03	22,03
12	22,94	7,51	30,45
13	11,92	6,09	18,01
14	0,41	10,78	11,19
15	0,16	4,72	4,88
16	19,36	-	19,36
17	46,73	-	46,73
18	41,29	2,65	43,94
19	200,32	39,26	239,58
20	33,98	3,29	37,27
21	48,78	-	48,78
22	38,05	7,45	45,50
23	175,78	-	175,78
24	33,22	20,79	54,01
25	34,38	18,58	52,96
26	76,98	-	76,98
27	74,21	5,50	79,71
28	242,96	46,24	289,20

Quadro 1 – Análise das Apurações (cont.)

Invasão	Área (m ²)		
	Informada na Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões	Apurada pela Perícia	
		Acréscimo	Total
29	27,02	19,76	46,78
30	225,92	108,09	334,01
31	166,71	218,76	385,47
32	263,09	49,88	312,97
33	25,71	8,85	34,56
34	36,38	12,13	48,51
35	42,76	30,34	73,10
36	161,43	-	161,43
37	2,68	-	2,68
38	66,03	-	66,03
39	35,63	-	35,63
40	8,08	-	8,08
41	0,00	25,87	25,87
42	0,00	18,51	18,51
43	0,00	8,16	8,16
44	0,00	15,72	15,72
45	0,00	39,00	39,00
46	0,00	22,25	22,25
47	0,00	53,91	53,91
48	0,00	42,93	42,93
49	0,00	60,34	60,34
50	0,00	35,07	35,07
51	0,00	42,78	42,78
52	0,00	143,16	143,16
53	0,00	43,64	43,64
54	0,00	32,62	32,62
55	0,00	27,54	27,54
56	0,00	40,99	40,99
57	0,00	16,41	16,41
58	0,00	23,38	23,38
59	0,00	34,22	34,22
Área total de invasões (m²)			3.698,14



Novas invasões

4 Conclusão

No presente caso a utilização de ortoimagens conferiu celeridade, segurança e baixo custo na apuração da evolução da ocupação das invasões na faixa de transmissão de propriedade de concessionária de Energia em relação a situação anteriormente reportada na Planta de Demarcação e Cadastro de Invasões fornecida à Perícia.

A tipologia das invasões e a resistência esperada por seus ocupantes constituíam fatores que ofereciam risco à segurança das equipes que seriam alocadas para a realização de levantamento planialtimétrico, tornando extremamente desfavorável a relação custo x benefício dos serviços de levantamento topográfico cadastral.

A utilização de ortoimagens não deve ser confundida com utilização de imagens obtidas por satélite, disponíveis gratuitamente na internet ou aerofotos, pois a ortorretificação aplicada nas ortoimagens permite a representação de uma projeção ortogonal da situação observada em campo, eliminando deformações causadas pela perspectiva e altitude da câmera e permitindo medições precisas.

Esse recurso pode se mostrar valioso para cadastro de glebas de grandes extensões, carência ou dificuldade de acesso, relevo excessivamente acidentado, ou ainda quando há risco às atividades de aferição.

5 Referências Bibliográficas

INGEO, *Relatório do Aerolevanteamento e Resultados Obtidos* – São Paulo – 2014.