

## **Título: Cadastro Multifinalitário e Regularização Fundiária**

**Autores:**

**Prof Dr. Carlos Loch- Eng. Agrimensor /Orientador da tese de doutorado**  
**Dra Yuzi Anai Zanrdo Rosenfeldt – ArquitetaUrbanista/ Recém doutora em Eng. Civil**  
**Programa de pós graduação em Engenharia civil- CTC-UFSC**  
**Área de concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial**  
**Florianópolis – SC**

### **1. Introdução**

O tema da regularização fundiária afeta diversos setores científicos e de conhecimento brasileiros, desde os campos tecnológicos como é o caso das engenharias e da arquitetura, até as áreas sociais que sofrem as consequências do alto percentual de áreas que são representadas por invasões, ou por falta de atualização dos títulos após a morte dos antigos proprietários.

O parcelamento irregular do solo e o problema das invasões de terras é um tema mundial tratado com enfoques diversos em diferentes políticas públicas. O tratamento paternalista dado pelo Brasil, principalmente pelas políticas sociais que tratam o tema se sobrepõe ao real valor da demonstração do valor monetário de áreas que tenham o registro imobiliário como garantia da posse das terras.

O problema da falta de atualização do registro de imóveis com a causa morte do ancestral, passa por uma falta de cultura brasileira quanto ao valor do título de registro de imóveis, quanto a segurança e o valor de mercado de uma área de posse diante daquela mesma área que tiver o título de registro de imóveis coerente com as medições da parcela.

É comum no Brasil considerar que a ação de registro de propriedade é muito cara. Por consequência há uma defasagem entre o real ocupante daquele registrando no cartório de registro de imóveis. Existe uma cultura que o documento de compra e venda já lhe garante a titularidade das terras, o que é um equívoco legal. Por outro lado não existe uma orientação e uma cobrança por parte do estado, que mostre o valor e a necessidade de medição coerente da parcela segundo as exigências do Código Civil para executar o registro de imóveis no cartório de registro de imóveis.

Neste contexto o presente artigo objetiva descrever alguns dos resultados apresentados na tese de doutorado que aborda a problemática da regularização fundiária (ROSENFELDT, 2016) quais sejam: ademostrar o uso do método fotogramétrico para medição cadastral de qualidade, atendendo as exigencias do codigo civil brasileiro. Como objetivos específicos pretende demonstrar afotogrametria para execução de medições cadastrais, garantindo a qualidade e a prova juridica dos limites fisicos de cada parcela e de suas confrontações; demonstrar que a medição de qualidade tem seu devido preço com respostas específicas e demonstrar que a diferença daquilo que é atribuido como alto custo, reflete em alta qualidae, criando a possibilidade de vários usuários e desta forma torna-se um produto ato-sustentável.

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1 Regularização fundiária**

Alfonsin, 2007 aponta ao menos três conceitos diferentes para regularização fundiária sendo: (i) a regularização jurídica dos lotes, (ii) a ênfase sobre a recuperação urbana e (iii) a regularização urbanística dos assentamentos informais. Para os casos de assentamentos informais precários são adotados zoneamentos especiais de interesse social, usos distintos aos estabelecidos originalmente, previstos em plano diretor.

No Brasil, o termo Regularização Fundiária assumiu ao longo do tempo uma compreensão como política pública. É destinada a minimizar o *déficit* qualitativo habitacional e promover o ordenamento territorial, uma vez que a ênfase recai fundamentalmente sobre a urbanização e a melhoria do ambiente construído.

Em todos os casos o termo “fundiário” refere-se fundamentalmente às questões relacionadas ao solo urbano, ou seja, a propriedade imobiliária e cadastral. Este entendimento é complexo, transpassa o conceito de urbanização ou dotação de infraestrutura. Pretende permitir que áreas irregulares sejam incorporadas ao tecido urbano formal das cidades (ROSENFELDT, 2012).

De SOTO, 1986 enfatiza o viés legal da regularização fundiária. Afirma que a resolução do problema da “pobreza urbana” é possível com a transformação da “economia urbana”. Há uma necessidade da legalização de formas precárias de ocupação do território, tendo como garantia a segurança da posse.

Os esforços técnicos envolvidos com a regularização fundiária visam superar a exclusão e a segregação. As intervenções não alteram a posição de classe do beneficiário, mas altera significativamente a sua qualidade de vida e acesso a formalidade (FERNANDES, 2001).

Nestes sistemas espaciais segregados há uma grande possibilidade de controle local em detrimento ao controle global. Isso se dá fundamentalmente pela desintegração destas áreas ao tecido formal da cidade, dificultando a acessibilidade e comprometendo a segurança pública. O ordenamento territorial destas áreas visa corrigir distorções no sistema espacial do assentamento. Em contrapartida, mediante urbanização e o incremento de infraestrutura nas áreas objeto de regularização, bem como a titulação do domínio pleno da propriedade, agrega-se valor ao bem imóvel que antes possuía apenas o valor de uso para fins de moradia. O mercado imobiliário vs regularização fundiária é um fator que deve ser considerado nas ações públicas, evidenciando a necessidade de um permanente trabalho social que possa minimizar a pressão imobiliária bem como a inscrição destas áreas dentro do plano diretor como zoneamentos especiais.

Para dar suporte jurídico e viabilizar as relações de propriedade de áreas irregulares desenvolveu-se um aparato legal para complementar o entendimento de regularização fundiária e normatizar os procedimentos. O Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001) instituiu vários instrumentos jurídicos e urbanísticos para viabilizar a regularização fundiária entre eles: (i) Usucapião Especial Urbano (individual/coletivo); (ii) Concessão de Uso Especial para Fins de Moradia (individual/coletivo) (CUEM); (iii) Concessão do Direito Real de Uso (CDRU) (Decreto - Lei nº 271 de 28 de fevereiro de 1967). Prevê em seu art. 10 ºa Usucapião Especial Coletiva de Imóvel Urbano.

Art. 10. As áreas urbanas com mais de duzentos e cinquenta metros quadrados, ocupadas por população de baixa renda para sua moradia, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, onde não for possível identificar os terrenos ocupados por cada possuidor, são susceptíveis de serem usucapidas coletivamente, desde que os possuidores não sejam proprietários de outro imóvel urbano ou rural.

O entendimento do viés urbano e social está amparado fundamentalmente nas prerrogativas da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Além da Lei

do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001), planos diretores municipais, estabelecem que os assentamentos informais de baixa renda devam ser prioritariamente definidos como Zonas de Especial Interesse Social (ZEIS) e resguardando as especificidades identificadas em cada área ou zonas mapeadas (ROSENFELDT, 2012).

Em 2009 a Lei 11.977/2009 que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), viabilizou a possibilidade de registro de loteamentos clandestinos e irregulares, até então efetuados exclusivamente a partir dos procedimentos e exigências estabelecidos na Lei de Parcelamento de Solo Urbano (Lei 6766/79).

Embora haja instrumentos como Concessão Especial de Uso Para Fins de Moradia e a Concessão de Direito Real de Uso (CDRU), previamente definidos na MP nº 2.220/01, esta pesquisa debruça-se sobre Código Civil Brasileiro (Lei 10.406/2002). À exceção de qualquer outra legislação vigente, este trata de regular as relações do direito de propriedade no Brasil.

Em sua revisão no ano de 2002 houve um significativo alinhamento ao Estatuto da Cidade. No Art. 1228 § 4º e § 5, respectivamente, nota-se as questões relacionadas ao princípio constitucional da função social da propriedade e posse coletiva, ao introduzir, para este caso, os conceitos de *Extensa área; Posse ininterrupta e de boa-fé; Lapsos temporal de cinco anos; Considerável número de pessoas; Obras e serviços de relevante interesse social ou econômico.*

§ 4º O proprietário também pode ser privado da coisa se o imóvel reivindicado consistir em extensa área, na posse ininterrupta e de boa-fé, por mais de cinco anos, de considerável número de pessoas, e estas nela houverem realizado, em conjunto ou separadamente, obras e serviços considerados pelo juiz de interesse social e econômico relevante.

Nota-se que a concessão do Direito Real de Uso (CDRU) não é contemplada pela Lei 10.406/2002. Trata-se de um instrumento previsto no Decreto-lei 271/67, como direito real resolúvel, vetado no Estatuto da Cidade como direito real irresolúvel<sup>1</sup>. Indicado para regularização de áreas de titularidade pública urbana, sua natureza

---

<sup>1</sup> Estabelecimento, em contrato, de prazo para a duração do direito de propriedade é que pode resolver o domínio a favor do proprietário anterior (poder público) (MATTOS, 2002)

jurídica aproxima-se do direito administrativo já que (i) pode ser contratada por termo administrativo e (ii) deve ser registrada em *livro especial* da Administração Pública.

Entendimentos jurídicos recentes indicam que CDRU garante direito real sobre a benfeitoria construída pelo concessionário embora esteja em terreno alheio (público) já que o *direito de superfície* em área de domínio público estar previsto na Lei 10.406/2002. (Art. 1.376) e que os edifícios são imóveis independentes do solo. Este entendimento parte de que a Lei 10.406/2002 declara possível a hipoteca também de domínio útil (Art. 810), sendo aceito em registro de imóveis e permitindo abertura de matrícula. Estas explicações levam a concluir que a CDRU não constitui direitos plenos sobre o terreno e sim direitos concessionais, resolúveis (FERNANDES, 2001).

O entendimento de *posse coletiva* é atribuído para os casos em que as características físicas da área objeto de regularização se distanciam do mercado formal imobiliário e apresentam natureza coletiva onde os limites individuais da posse não são claramente estabelecidos. Isso demandou iniciativas jurídicas previstas na Lei 10.406/2002- constituir instrumentos jurídicos específicos para regularização coletiva além da *Usucapião individual*, a saber, a *Usucapião coletiva*.

A possibilidade de *Usucapião individual e coletiva* compreende a regularização de áreas de domínio privado, únicas passíveis de regularização jurídica efetiva. Para tanto tem como referência a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, Lei do Código Civil (Lei 10.406/02), Lei de Processo Civil (Lei 5.869/1973), Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei 6.766/1979) e Lei de Registro Civil (lei 6.015/1973).

A usucapião consiste na aquisição de um direito real, pelo exercício de posse sobre um bem imóvel. A usucapião rural pode ser ingressada a partir da posse de 5 anos, sem oposição, sem interrupção, de área de terras em zona rural, não superior a 20 ha, desde que o beneficiário estabeleça a posse única, de terras mantidas produtivas e de uso próprio familiar (Usucapião pró-labore, Art. 98, Estatuto da Terra – Lei 4.591/64).

Para a usucapião urbana houve a diminuição do prazo para o ingresso, anteriormente fixado em 20 ou 10 anos, com área não superior a 250 m<sup>2</sup>, de posse única e de uso próprio familiar (Art. 183, CRFB, 1988). Foi um passo dado no sentido do estabelecimento da *função social da propriedade*. Ocorre que o instrumento foi inscrito na CRFB, 1988 estabelecendo a titularidade do direito individual. Para efetivação dos procedimentos jurídicos o imóvel deve estar devidamente caracterizado (i) pelos limites, (ii) confrontantes, (iii) área de localização e (iv) tempo de posse (CC/1916). Em muitos casos, as áreas irregulares apresentam características como (i) alta dinâmica

(crescimento rápido do assentamento), (ii) alta mobilidade (permuta ou troca da unidade habitacional ou parcela pelo posseiro ou ocupante) e (iii) natureza coletiva (quando os limites individuais da posse ou ocupação não são fisicamente materializados). Estas características colocam as áreas irregulares em desconformidade com os critérios constitucionais e civis estabelecidos tornando as ações de regularização fundiária procedimentos difíceis de efetivação e muitas vezes inviáveis.

Somente com a revisão da Lei 10.406/2002 foi possível o ingresso de ações coletivas. Para estes casos a coletividade reivindica o domínio da área. A prova do tempo de posse pode ser produzida também de forma coletiva.

A *Usucapião Coletiva* é uma ação declaratória pelo Juiz de Direito que permite a atribuição de frações ideais a partir de situações urbanas constituídas ou a partir de um reordenamento da área. No ato da homologação pelo Juiz, os beneficiários doam as vias e áreas comuns ao poder público, permitindo assim a integração das áreas ao tecido urbano da cidade.

## **2.2 Fotogrametria**

As câmeras fotogramétricas possuem rigidez geométrica, utilizam sistemas sensores analógicos ou digitais os quais fornecem melhor resolução geométrica e radiométrica, plataformas equipadas com GPS e sistemas de navegação inercial e são destinadas à obtenção de imagens fotográficas com estabilidade geométrica (ANDRADE, 2003) e detalhes de atributos planimétricos de alta resolução (JENSEN, 2009).

As informações quantitativas são obtidas utilizando-se múltiplas fotografias aéreas estereoscópicas e medição analógica ou digital de paralaxe estereoscópica (sobreposição de 60% a 80% na linha de voo e lateral entre duas linhas de voo de 20% a 30%). Estes procedimentos permitem a localização planimétrica ( $x,y$ ) dos objetos, altura ( $z$ ). Quando esses produtos são criados a partir de digitalizadores tridimensionais é possível construir modelos digitais de informação, terreno e uso da superfície (MDT e MDS) para diversas resoluções espaciais e sensores (orbitais e suborbitais) e pode ser processada de várias maneiras em ambiente de informação geográfica (SIG).

A escala de uma fotografia aérea vertical é diretamente proporcional a distância focal da câmera e inversamente proporcional a altura do voo acima do nível do solo.

As marcas fiduciais garantem o ponto exato na Terra onde o eixo óptico da câmera está apontado – ponto principal (*pp*). A escala da fotografia é expressa em *fração representativa e escala nominal*. Uma fotografia em escala 1/5.000, por exemplo, representam 1 cm na fotografia para 5.000 cm no terreno. Por consequência, as maiores resoluções das fotografias permitirão maiores escalas e representarão maior verdade no terreno (precisão).

Os resultados da fotogrametria podem competir favoravelmente com outras técnicas de levantamento. Há áreas em que o uso da fotogrametria é recomendado, como por exemplo, onde há a necessidade de obtenção de informações métricas em locais de difícil acesso. A sua utilização encontra-se em levantamentos de precisão na engenharia e arquitetura, na produção de mapas topográficos e como mapas de ortofotos. Pode ser usado para criar denso campo de pontos fixos que podem servir como base para pesquisas de solo, levantamentos cadastrais e determinação das coordenadas dos vértices das parcelas cadastrais.

Dependem fundamentalmente da medição dos pontos fotogramétricos que podem produzir resultados muito precisos desde que certas condições limitantes sejam observadas: (i) planejamento do voo, controle no terreno (atualmente realizado com GNSS) e coleta de dados do sensoriamento remoto, avaliando e checando a qualidade dos pontos de controle e dos dados do sensoriamento; (ii) triangulação fotogramétrica utilizando orientação interior e exterior, ajustes de blocos utilizando método por mínimos quadrados, (iii) criação e visualização dos pares estéreos registrados, (iv) produção automática do MDE a partir da nuvem de pontos de sensor laser (pontos/m<sup>2</sup>).

Para este tipo de produção cartográfica, deve-se partir de coordenadas geodésicas, referidas a um sistema tridimensional, com origem no centro da terra, permitindo que todas as coordenadas tenham referencial único. O mesmo ocorre com a obtenção de pontos de controle a partir de receptores de sinais GNSS, que servem de base para a densificação através do método fotogramétrico.

### **2.3 Fotointerpretação**

A atividade interpretativa de produtos fotogramétricos chama-se fotointerpretação. Para tal utiliza-se como recurso um conjunto de chaves de interpretação, ou seja, de foto-exemplo. Parte de um objeto com características definidas, conhecido preliminarmente pelo foto interprete que extrapola essas

características para demais elementos contidos nas fotografias e nas demais fotos a serem interpretadas. O intérprete adquire as chaves para a interpretação através de estudos aprofundados sobre o sensor em questão e apoiando-se no estado da arte de feições já classificadas.

A maioria dos trabalhos de fotointerpretação segue os estágios (fases): detecção, reconhecimento e identificação, análise e delimitação, dedução, classificação e idealização.

Os elementos para a interpretação de objetos em imagens são: localização do objeto (coordenadas x,y); tom e cor do objeto (variando de cinza claro a escuro e RGB); tamanho do objeto (comprimento, largura, perímetro, área ou pequeno, médio e grande); forma do objeto (características geométricas); textura do objeto (arranjo e disposição característicos de repetições de tom e cor e/ou liso, médio, rugoso, mosqueado, salpicado, etc) ; padrão do objeto (arranjo espacial do objeto no terreno – sistemático ou não, randômico, linear, retangular, etc.); sombra (silhueta causada por iluminação solar lateral); altura do objeto (elevação, volume, profundidade, declividade e aspecto) e por fim, as características do sítio ou entorno (situação – objetos dispostos e orientados e associação – fenômenos correlacionados) (JENSEN, 2009).

Para a fotointerpretação a obtenção de informações colaterais ao objeto a ser interpretado demanda levantamentos em campo para complementar o reconhecimento do objeto de estudo (LOCH, 2008). Este trabalho apoia a obtenção dos elementos *sítio - situação* e *associação*, além de possibilitar o reconhecimento de elementos que não são identificados em fotografias, devidos à resolução do sensor utilizado, ora à escala das fotografias ou outros materiais e documentos disponíveis.

## **2.4 CTM e regularização fundiária**

O cadastro no Brasil data da medição e representação das Sesmarias, mais tarde da declaração da posse dos ocupantes (Estatuto da Terra, Lei nº 4.504/1964). É, no entanto, desde os primórdios, confuso e desorganizado uma vez que não há, como ocorre em outros países, legislação específica que trate do cadastro, bem como sua padronização e procedimentos para execução. Esta ausência de legislação permitiu a criação de uma cultura cadastral no Brasil, no qual o cadastro é fundamentalmente descritivo, constituindo-se de uma lista dos imóveis de uma área com informações



relacionadas a eles, desprovidos de dados de natureza técnica e métrica confiável (BRANDÃO, 2003).

Um dos maiores conflitos estabelecidos no cadastro brasileiro é o estabelecimento dos limites de cada parcela cadastral. Nas áreas municipais urbanas, o modelo de carta cadastral adotado no Brasil é aquela que representa as feições físicas visíveis das ocupações do uso do solo, infraestrutura, levantadas por métodos fotogramétricos ou topográficos. Elas não registram o limite legal dos lotes ou parcelas. A finalidade principal desta carta é a atualização do cadastro fiscal. Nas áreas rurais embora existam procedimentos em nível nacional para a definição do limite legal das propriedades vinculados ao RI, não é adotado o conceito de parcela territorial. Raras são as vezes que a descrição técnica geométrica coincide com a descrição legal de direitos e obrigações, constante no RI.

A necessidade de instrumentalizar o cadastro com as formas legais de posse da terra e com as formas de ocupação territorial consiste da necessidade de reconhecimento dos tipos de limites da parcela cadastral. As recorrentes divergências entre os limites legais - materializados ou não, com um título de propriedade registrado no RI e os limites da posse - determinados pelo uso do imóvel, materializados por entes naturais ou antropológicos, tem causado grandes problemas nos sistemas de publicidade territorial no Brasil. Geram comumente, as sobreposições de títulos de propriedade, conflitos de limites e dificuldade de inserção das propriedades e amarração com malha urbana (ROSENFELDT, 2012).

### **3. Análise de resultados**

Os resultados apresentados foram extraídos da tese de doutorado da autora, foi realizada no município de Joinville (SC). Utilizou como recorte espacial três sub-bacias hidrográficas que compõe juntamente com outras as Bacias Independentes da Vertente Leste. No Brasil, o município de Joinville (SC) possui o que se entende por uma das melhores propostas de cadastro disponível. Utiliza como base cartográfica o Cadastro Fundiário (malha de parcelas) única e oficial, na qual é tomada como referência para relacionar à parcela todos os dados administrados pela municipalidade, gerando assim os diversos cadastros que o compõe. Para este município, a cartografia cadastral provém de método fotogramétrico, obtidos por câmeras digitais de grande formato, fotografia

aérea escala 1/5.000 e ortofotos em escala 1/1.000 e *GroundSampleDistance* (GSD) 0,10 m na área urbana.

### **3.1 Qualidade dos produtos fotogramétricos para a composição de Sistema Cadastral adequado à Regularização Fundiária**

Sabe-se que os produtos provenientes de sensores remotos, entre eles produtos fotogramétricos, podem ser utilizados para o planejamento e gestão territorial (LOCH, C.; ERBA, D. A., 2007), (BENGEL, M., 2000), (PHILIPS, J., 2010), (KAUFMANN & STEUDLER, 1998). Eles diferem em qualidade e custo, sendo mais ou menos recomendado para determinados tipos de aplicações.

Para o nível de informação – (10) *Resolução Espacial* – planimétrica foram feitos: (i) levantamento geodésico em campo de pontos de controle terrestre (PCT) a partir do método relativo estático com pós-processamento (GNSS) e (ii) leitura do par de coordenadas de suas correspondentes homólogas nas ortofotocartas (1/1000) de Joinville (SC). Para calcular a exatidão posicional, os resultados dos PCTs levantados e dos pontos fotogramétricos lidos na ortofotocarta foram comparados a partir de testes estatísticos (desvio padrão ou RMSE). Posteriormente foram submetidos à análise estatística - testes de Detecção de tendência (t-Sudent); Análise de precisão (método qui-quadrado) para estabelecer a exatidão posicional e o controle da qualidade no ajustamento de observações.

A determinação da resolução espacial consiste na definição da dimensão ótima do *pixel* para obter a exatidão posicional esperada para o produto fotogramétrico. Esta definição é variável de acordo com as necessidades e as aplicabilidades do produto.

Entende-se então ser pertinente estabelecer a exatidão posicional necessária do produto fotogramétrico para viabilizar os procedimentos de regularização fundiária coletiva em glebas urbanas. Foram feitas as análises correspondentes por ponto de coordenada (PCT), ortofotografias e carta topográfica.

Esta etapa permitiu a validação do método fotogramétrico, consolidado no meio científico para produção de produtos cartográficos, com parâmetros geométricos necessários que atendam ao Art. 500, §1 da Lei 10.406/2002, bem como o estabelecimento dos i) limites, (ii) confrontantes, (iii) área de localização da parcela. (Figura 11).

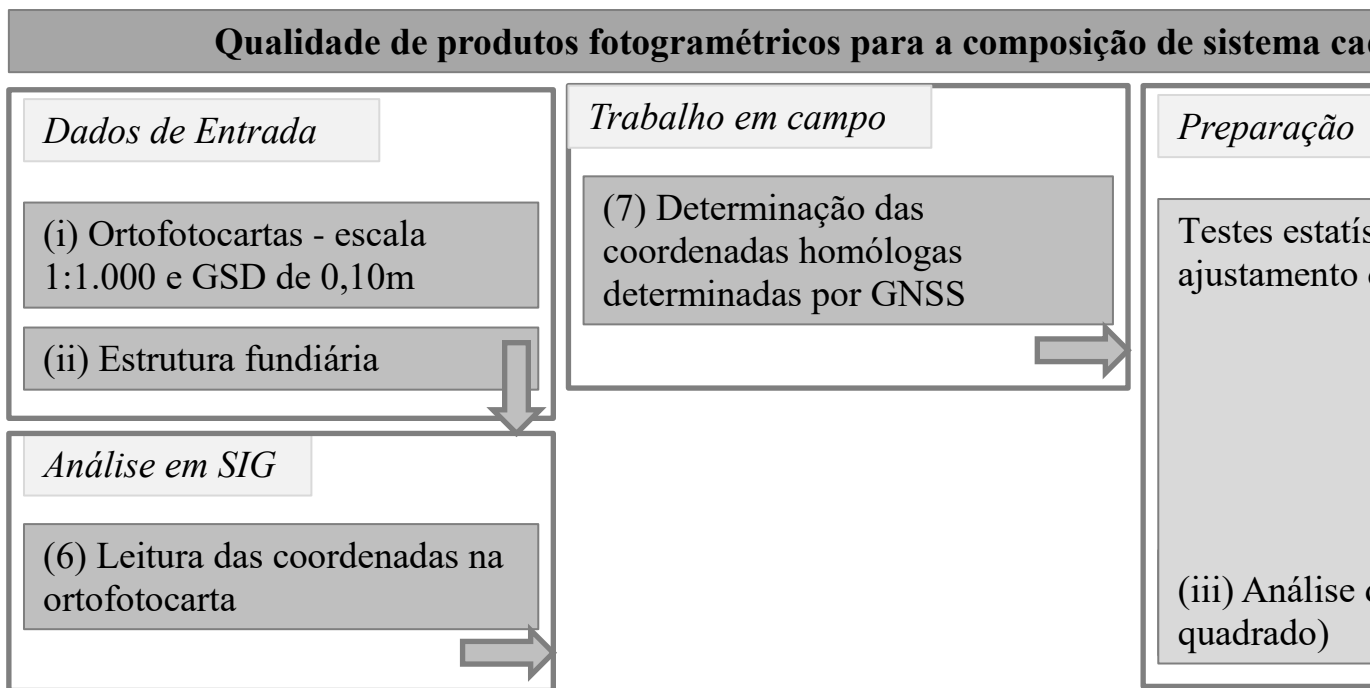


Figura 1: Fluxograma do objetivo específico “d”. Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

Segundo consta no Relatório de Apoio Terrestre da Área Urbana, Aeroimagem S/A, engenharia de Aerolevantamento, 2009, parte integrante dos documentos públicos para a elaboração dos produtos cartográficos do município de Joinville e disponibilizada pela municipalidade, a base cartográfica digital é um produto obtido a partir de método fotogramétrico clássico, com data de sobrevoo, ano de 2007.

Na área urbana, a cobertura aerofotogramétrica foi produzida utilizando sistema composto por lente com distância focal de 153 mm, na escala 1/5.000. As fotografias aéreas apresentam composição RGB, cenas de 23x23 cm, resolução geométrica de 16 $\mu$  ou espacial de 0,10 m no terreno, espectral de 8 bits e perfilamento a laser aerotransportado para elaboração de curvas de nível equidistantes 0,20m. Segundo LIGHT, 1993 a tolerância para este sistema é 0,11m na planimetria e 0,19 m na altimetria.

Na área rural a cobertura aerofotogramétrica foi produzida utilizando sistema composto por lente com distância focal de 153 mm, na escala 1/25.000. As fotografias aéreas apresentam resolução espacial de 40 $\mu$  ou 0,3 m no terreno, espectral de 8 bits e perfilamento a laser aerotransportado para elaboração de curvas de nível equidistantes

0,20 m Ainda segundo LIGHT, (1993) a tolerância para este sistema é 0,20 m na planimetria e 0,15 m na altimetria.

A Rede Fundamental do IBGE utilizada foi SAT - 91859, localizada em Joinville (SC) e SAT - 94001, localizada no município de Barra Velha (SC). O sistema geodésico de referencia é SIRGAS 2000 para obtenção das coordenadas planimétricas e o DATUM de Imbituba (SC) como referencial altimétrico.

Para a determinação das coordenadas do apoiosterrestre foi utilizada a metodologia NAVSTAR-GPS<sup>2</sup>, denominados de VT01, VT02 e VT03, que compõe e fecham a poligonal, apresentando erro planimétrico relativo 1/6.867.539 e absoluto 0,008m.

Foram implantados 59 marcos de apoio básico com coordenadas determinadas por processo estático e 2.175 marcos de apoio suplementar com coordenadas determinadas utilizando o processo estático-rápido. Ambos os apoio básico e suplementar destinam-se à aerotriangulação dos blocos de fotografias na escala 1/5.000.

Houve também a monumentalização de uma rede de referência topográfica (RRT), constituída de 28 pontos determinados a partir dos pontos de apoio terrestre e do vértice SAT-91859 do IBGE. Esta rede serve, desde então, como referência aos trabalhos de topografia no município.

Estes dados são apresentados como referência para permitir a discussão da qualidade geométrica dos produtos fotogramétricos disponíveis no município. Os mesmos foram submetidos ao processo de certificação. O método utilizado e os resultados estão descritos nos capítulos a seguir.

### **3.2 Levantamento pontos de controle terrestre (PCT) no município de Joinville (SC).**

Para certificar a qualidade geométrica dos produtos fotogramétricos disponíveis no município de Joinville e sua adequação para a regularização fundiária foi necessária uma etapa de levantamento geodésico para coleta PCT na área de estudo.

---

<sup>2</sup> Em sua concepção original possui quatro blocos de satélites denominados Bloco I, II, IIA, IIR e IIF. Todos os anteriores estão sendo substituídos pelos do Bloco IIR, que pertencem à terceira geração de satélites, cujas características principais, é que é capaz de medir distâncias entre eles e calcular as efemérides no próprio satélite, transmitindo essas informações entre os satélites e para o sistema de controle em Terra (SEEBER, 1993).

A certificação foi garantida com o rigor na escolha dos PCT. Foi realizado um estudo prévio sobre o fotoíndice da área de estudo, ano de 2007. Posteriormente, a interpretação das ortofotos permitiu identificar pontos notáveis e detalhes do uso do solo para melhor escolha dos PCT.

Para o levantamento foram utilizados equipamentos receptores GPS e GLONASS, marca Topcon, dupla frequência (L1/L2), modelo Hiper 8Q7KQOI0YDC e teve apoio de um técnico agrimensor. A coleta dos PCT foi realizada no dia 30 de maio de 2014.

Um receptor foi instalado no marco MR-25 (base), no início dos levantamentos. Está localizado em frente ao número 402, na Rua Angra dos Reis, Bairro Jardim Iririu. Trata-se de 01 (um) dos pontos da rede suplementar que compõe a Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM). (Figura 1). As posições de cada marco do apoio básico em relação as suas respectivas fotos e faixas, oriundas do voo fotogramétrico, são informadas para que se tenha a devida localização dos dados apresentados com garantias de prova jurídica.



Figura 1: Representação do ponto MR-25 na fotografia aérea, município Joinville (SC). Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

Os outros receptores foram instalados respectivamente nos 20 pontos levantados, previamente escolhidos por fotointerpretação. A distância entre a base e os PCT não foram superiores a 5 km. O tempo de rastreamento variou em média 20 min, em função da distância de localização da base até os PCT. (Figura 2 e Figura 4).

Todos os pontos foram levantados em um único dia. Os dados coletados em cada ponto foram posteriormente descarregados em computador para o pós-processamento. O software utilizado foi o Topcon Tools, versão 6.11.01.

A Tabela apresenta o par de Coordenadas GNSS (m) planimétricas dos PCT levantados em campo.

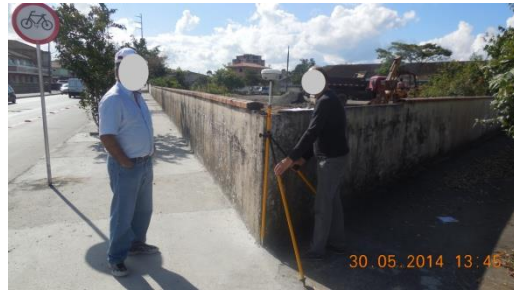


Figura 2: receptor instalado no ponto P2. Figura 4: receptor instalado no ponto P19.

Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

Os dados planimétricos foram lançados em *software* SIG. Por comparação entre as coordenadas obtidas em campo e lidas na imagem (1), foram realizados os testes de qualidade planimétrica da ortofotocarta de Joinville (SC). A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**5 apresenta o gráfico da espacialização dos PCT nas Bacias Independentes da Vertente Leste. Em vermelho estão representados os pontos da RBMC, em branco os pontos da rede estadual, homologados pelo IBGE, em amarelo a rede municipal (RRCM) e em verde os PCT levantados para os testes de qualidade dos produtos cartográficos.

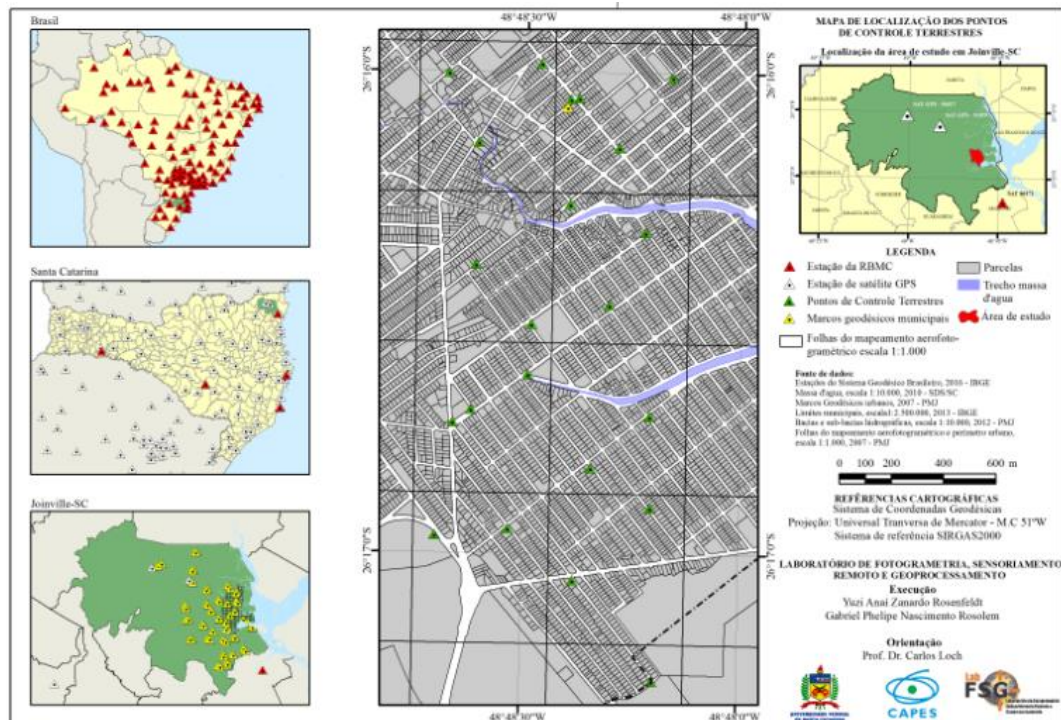


Figura 5: gráfico de localização do PCT no município de Joinville (SC). Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

Considerando o exposto, percebe-se que é necessário uma série de cuidado com a distribuição de pontos de controle para garantir a qualidade dos produtos cartográficos. Os pesquisadores envolvidos neste trabalho desenvolveram uma série de projetos de execução fotogramétrica para municípios, visando à viabilização de projetos de regularização e a sustentabilidade do investimento. Pode-se afirmar que o retorno mais evidente é o aumento de arrecadação tributária, considerando a identificação e medição de um grande acréscimo de área construída com o levantamento cadastral, o que chega a viabilizar o ressarcimento do investimento em até um ano, o que é altamente positivo.

Já teve casos em que a municipalidade optou por isentar de imposto as classes mais pobres, chegando a isentar até 45 % da população mesmo assim o projeto se tornou sustentável no segundo ano, sem aumento de alíquota para quem já pagava anteriormente.

### **3.3 Testes de qualidade planimétrica da ortofotocarta de Joinville (SC)**

A partir do levantamento dos PCT foram feitos testes de qualidade geométrica das ortofotocartas de Joinville (SC). Por se tratar de ortofotocartas, os testes foram executados considerando a planimetria.

As ortofotocartas de Joinville foram retificadas com base um modelo digital de terreno (MDT)(Aeroimagem S/A). Apesar de terem sido produzidas por processo computacional de precisão, totalmente digital, não apresentando os erros oriundos dos instrumentos convencionais ou analíticos, esses documentos cartográficos não estão isentos de erros.

No caso em questão, dos 20 pontos levantados, foram utilizados 17 PCTs, (tamanho da amostra é  $n=17$ ), sendo considerado o intervalo de confiança de 90% (Lei nº 89.817/84), tanto para o teste de detecção de tendências quanto no teste de precisão.

A Tabela apresenta o cálculo das discrepâncias entre as coordenadas lidas na ortofotocarta e as suas homólogas determinadas por GNSS. A tabela 1 apresenta o resultado do teste de detecção de tendência (T- Student) e a tabela 2 a análise de precisão pelo método qui-quadrado, respectivamente.

Tabela 1– Cadastro de coordenadas e cálculo das discrepâncias entre as coordenadas lidas na ortofotocarta e as suas homólogas determinadas por GNSS.Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

Pontos	Coordenadas na Imagem (m)		Coordenadas GNSS (m)		Discrepâncias (m)	
	E	N	E	N	$\Delta E$	$\Delta N$
1503	718.924,568	7.092.962,961	718.924,464	7.092.963,024	0,104	-0,063
1504	719.219,481	7.092.637,845	719.219,422	7.092.638,051	0,059	-0,206
1505	719.336,976	7.090.589,175	719.336,973	7.090.589,185	0,003	-0,010
1506	719.034,285	7.090.979,200	719.034,271	7.090.979,406	0,014	-0,206
1507	718.577,547	7.091.589,190	718.577,610	7.091.589,210	-0,063	-0,020
1508	718.648,016	7.091.638,601	718.648,037	7.091.638,750	-0,021	-0,149
P4	718.787,595	7.091.180,049	718.787,384	7.091.180,083	0,211	-0,034
P6	719.332,931	7.091.254,425	719.332,906	7.091.254,371	0,025	0,054
P7	719.332,876	7.091.605,925	719.332,888	7.091.605,910	-0,012	0,015
P8	718.866,155	7.091.770,082	718.865,863	7.091.770,075	0,292	0,007
P9	719.180,232	7.092.033,860	719.180,086	7.092.033,860	0,146	0,000
P10	719.318,875	7.092.312,205	719.318,836	7.092.312,192	0,039	0,013
P12	718.669,246	7.092.194,100	718.669,516	7.092.194,035	-0,270	0,065
P13	718.680,079	7.092.662,959	718.680,277	7.092.663,077	-0,198	-0,118
P14	719.031,159	7.092.422,355	719.031,043	7.092.422,338	0,116	0,017
P15	719.426,136	7.092.906,588	719.426,160	7.092.906,560	-0,024	0,028
P17	718.568,276	7.092.931,601	718.568,132	7.092.931,535	0,144	0,066
				Média	0,03322	-0,03188
				Variância	0,018757256	0,007648408
				<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,136957133</b>	<b>0,087455179</b>

Tabela 2– Teste de detecção de tendência. Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

Teste de tendência T-student		
E	N	Tabelado
1,028954	-1,546535535	1,746



Tabela 1– Análise de precisão. Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

Método Qui-quadrado.		
Ortofotocartas escala 1/1000.		
Padrão – PEC Classe A		
E(m)	N(m)	Tabelado(m)
20,76928016	8,468825835	23,54182892

Os valores encontrados para o teste de tendência (T-student) indicam que o produto cartográfico analisado encontra-se isento de erros sistemáticos e passou no teste de precisão (Qui-quadrado) aplicado para a escala 1/1.000 (PEC = 0,05mm).

Considerando que a referida ortofotocarta foi produzida a partir de fotografias aéreas digitais com GSD de 0,10m, pode-se concluir que a qualidade geométrica do produto analisado é excepcional. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**6 ilustra o gráfico de discrepância dos PCTs analisados.

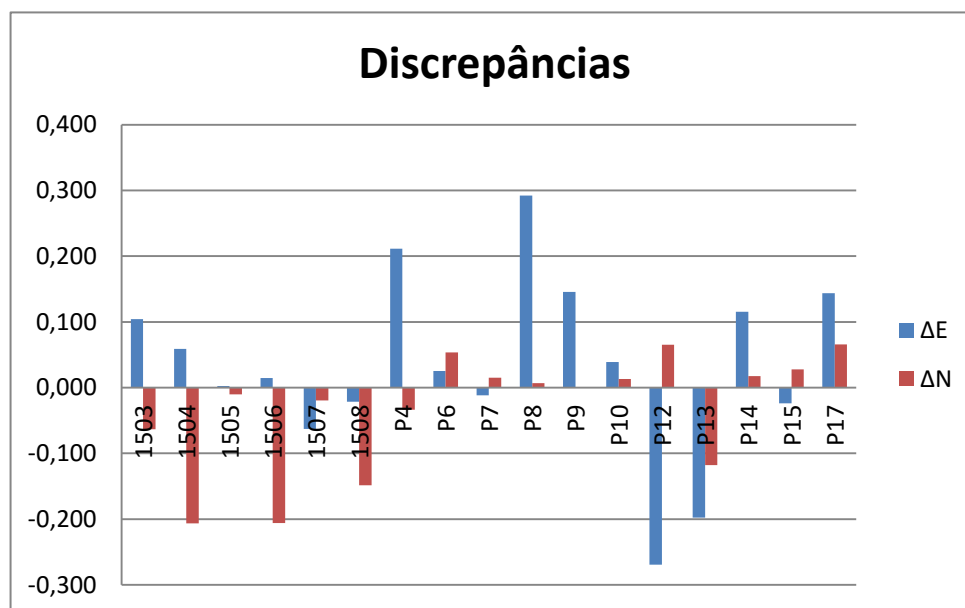


Figura 6 gráfico de discrepância dos PCTs analisados. Fonte: Tese de doutorado ROSENFELDT, 2016.

## **4. Conclusões**

### **4.1 Conclusões sobre o uso do Método Fotogramétrico e sobre a Qualidade do dado cartográfico**

O método fotogramétrico forneceu dados quantitativos e qualitativos consistentes que permitiram estabelecer o sistema cadastral multifinalitário com os parâmetros cadastrais métricos (cartografia em escala cadastral, cadastro técnico e estrutura de dados espaciais), adequados para suportar os processos judiciais da regularização fundiária plena.

O dado cartográfico de referência para aferição da qualidade da exatidão posicional foi a ortofotocarta de 2007. Os testes de detecção de tendências (T-deStudent) e a análise estatística de precisão (qui-quadrado), realizado com base em um conjunto de pontos 20 pontos geodésicos levantados pelo autor, confirmaram a qualidade do produto e também que possuem GSD mínimo de 10 cm. Estes produtos cartográficos quando manipulados em sistema cadastral que combina ainda restituição aerofotogramétrica escala 1/1000 (classe A), produzidas a partir do método fotogramétrico que originou igualmente a ortofotocarta fornecem uma satisfatória precisão posicional relativa dos vértices que configuram as parcelas cadastrais.

Os testes realizados em glebas localizadas na porção norte e sul da área de estudo permitem concluir que o princípio da identificação dos limites da parcela cadastral pela interpretação orientada ao objeto (*chaves de interpretação / foto-exemplos*) e da extrapolação das características para demais elementos contidos nas fotografias permitem análises correlacionadas e determinação dos vértices das parcelas com precisão posicional relativa de 0,10 m, ou melhor. Tal princípio responde satisfatoriamente aos estudos e simulações já realizadas por diversos autores entre eles BRANDÃO, 2003; LUZ, 2013; ANDRADE e MITISHITA, 1987 que pesquisaram a precisão posicional relativa mínima necessária para os vértices que configuram uma parcela cadastral para atender ao Art. 500 da Lei 10.406/02 permitindo concluir assim que os produtos cartográficos utilizados nesta pesquisa são suficientes para proceder com a regularização fundiária individualizada de parcelas cadastrais inseridas em gleba, ou seja, permite igualmente a regularização individual e coletiva de áreas inseridas em contexto urbano.

Conclui-se então que ao integrar a geodésia, a fotogrametria e fotointerpretação para construção de sistema cadastral constrói as informações fundamentais e necessárias para a regularização fundiária em atendimento à legislação brasileira, ou seja, permite que o processo de regularização seja conclusivo criando as condições para sua correta identificação na prefeitura e seu registro no RI. Vale ressaltar que o sistema cadastral é aberto e deve ser permanentemente atualizado e alimentado nos mesmos padrões estabelecidos, garantindo a completa integração entre os dados.

## 4.2 Referências

- ALFONSIN, B. de M. **O Significado do Estatuto da Cidade para os processos de regularização fundiária no Brasil**. In: Rolnik. Raquel, et al (org). Regularização Fundiária Plena: Referências Conceituais. Ministério das Cidades, Brasília-DF, 2007.
- ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**, 2003, Curitiba: SBEEE, PR, 198 p.
- ANDRADE, J.B. e MITISHITA, E.A. Determinação do erro padrão das coordenadas dos vértices da poligonal que define uma área, em função do erro padrão admissível da área. In: **Seminário Nacional de Cadastro Técnico Rural e Urbano**. Curitiba, 1987.
- BENGEL, M. **Grundbuch, Grundstuck, Grenze: Handbuch zur Grundbuchordnung unter Berücksichtigung Katasterrechtlicher Fragen**. Berlin, Luchterhang, 2000. 555 p.
- BRANDÃO, A.C. **O Princípio da Vizinhança Geodésica no Levantamento Cadastral**. 129p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- De SOTO, H. **El Otro Sendero: La Revolución Informal**. Lima, Instituto Libertad y Democracia (ILD) and Bogotá, Editorial La Oveja Negra Ltda, 1986.
- FERNANDES, E. **Regularização da terra e moradia: como é e como implementar**. São Paulo: Instituto Polis, 2002
- JENSEN, J. R.; COWEN, D.J. Remote Sensing of Urban/Suburban Infrastructure and sócio-economic attributes. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, 65 (5): 611-622, 2009.
- KAUFMANN, J.; STEUDLER, D. **Cadastre 2014. A Vision for Future Cadastral System**. FIG - Working Group 1 of Commission 7, 1998, 51p.

LIGHT, D.L. The National Aerial Photography Program as a Geographic Information System Resource. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Vol. 59, n° 01, pp.61-65, 1993.

LOCH, C. **A Interpretação de Imagens Aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008. 118 p.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **Cadastro Técnico multifinalitário: rural e urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

LUZ, L. A. **Uma proposta para a precisão posicional no cadastro urbano brasileiro**. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

MATTOS, L.P. **Estatuto da Cidade comentado: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001**. Organizadora: Liana Portilho Mattos. Belo Horizonte: Mandamentos, 2002

PHILIPS, J. **Das disposições gerais (p.15/29) In Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a Criação, Instituição e Atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos Municípios Brasileiros / Organizadores: Eglaisa Micheline Pontes Cunha e Diego Alfonso Erba – Brasília: Ministério das Cidades, 2010. 170p.**

ROSENFELDT, Y. A. Z. **Regularização fundiária e o cadastro técnico multifinalitário**. 2012. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

ROSENFELDT, Y. A. Z.; LOCH, C. Necessidade técnica e cartográfica como amparo Jurídico aos processos de regularização fundiária no Brasil. In: **Revista Brasileira de Cartografia (RBC)**. N° 64/2: 213-226, 2012.

ROSENFELDT, Y. A. Z. **Integração da Geodésia, Fotogrametria e Fotointerpretação, na Construção de Sistema Cadastral para Viabilizar a Regularização Fundiária Plena**. 2016. Tese (doutorado em Engenharia Civil). Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications**. Walter de Gruyter. Berlin, 1993.