

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

A importância do sistema geodésico sirgas2000 para a padronização dos levantamentos topográficos no Brasil

The importance of the SIRGAS2000 geodetic system for standardizing topographic surveys in Brazil

La importancia del sistema geodésico sirgas2000 para la estandarización de los levantamientos topográficos en Brasil

Luciana Andrade Villar¹

Pedro Thiago Venzon²

¹ Acadêmica da UNIFEBE. Curso vinculado à disciplina topografia II.

² Professor orientador da disciplina Topografia II da UNIFEBE.

RESUMO: A padronização dos levantamentos topográficos é requisito essencial para a Engenharia Civil contemporânea, sobretudo em atividades de projeto, execução e controle de fundações, obras de terra, cadastro territorial e georreferenciamento. Este artigo analisa a importância do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, em sua versão de 2000, denominado SIRGAS2000, para a uniformização das coordenadas empregadas em levantamentos topográficos no Brasil. O objetivo geral consiste em compreender como a adoção de um referencial geodésico oficial contribui para a integração de dados, a redução de incompatibilidades entre bases cartográficas e a melhoria da confiabilidade das informações posicionais. A metodologia adotada foi a revisão bibliográfica exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, fundamentada em documentos técnicos do IBGE e do INCRA, normas técnicas e artigos nacionais das áreas de geodésia, cartografia e geomática. Os resultados indicam que o SIRGAS2000 fortalece a rastreabilidade dos levantamentos, favorece o uso de GNSS e do IBGE-PPP, orienta a transformação de dados antigos e aumenta a segurança técnica de projetos que dependem de coordenadas homogêneas. Conclui-se que o domínio desse sistema é indispensável à formação e à atuação profissional em Engenharia Civil, pois conecta topografia, geodésia e tomada de decisão em obras de infraestrutura.

Palavras-chave: SIRGAS2000; topografia; georreferenciamento; GNSS; Engenharia Civil.

ABSTRACT: The standardization of topographic surveys is essential in contemporary Civil Engineering, particularly for design, execution, and control activities related to foundations, earthworks, territorial cadastre, and georeferencing. This paper analyzes the importance of the Geocentric Reference System for the Americas, in its 2000 realization, known as SIRGAS2000, for the standardization of coordinates used in topographic surveys in Brazil. The general objective is to understand how the adoption of an official geodetic reference contributes to data integration, the reduction of incompatibilities between cartographic databases, and the improvement of the reliability of positional information. The methodology was based on an exploratory, descriptive bibliographic review using a qualitative approach, supported by technical documents from IBGE and INCRA, technical standards, and national papers in geodesy, cartography, and geomatics. The results indicate that SIRGAS2000 strengthens survey traceability, supports the use of GNSS and IBGE-PPP, guides the transformation of legacy data, and increases the technical safety of projects that depend on homogeneous coordinates—
keywords: SIRGAS2000; topography; georeferencing; GNSS; Civil Engineering.

INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil depende de informações espaciais confiáveis para transformar o território em projeto, obra e infraestrutura. Em fundações, obras de terra, drenagem, terraplenagem, pavimentação, contenções e implantação de edificações, pequenas inconsistências de posição podem gerar erros de locação, incompatibilidades entre projetos, retrabalho em campo e dúvidas quanto à correspondência real entre planta, terreno e execução. Por essa razão, a topografia deixou de ser compreendida apenas como uma etapa inicial de medição e passou a constituir uma base técnica permanente para o planejamento, a execução, o acompanhamento e o controle de qualidade das obras.

Nesse contexto, o sistema geodésico de referência desempenha um papel central. Toda coordenada precisa estar vinculada a uma referência conhecida, estável e oficialmente adotada; caso contrário, diferentes equipes podem produzir informações corretas em si mesmas, mas incompatíveis quando reunidas em uma única base. O SIRGAS2000 foi instituído pelo IBGE como o novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro e o Sistema Cartográfico Nacional, em razão da necessidade de compatibilizar o país com métodos modernos de posicionamento por satélite e com referenciais geocêntricos globais (IBGE, 2005). A adoção do SIRGAS2000 ganhou maior relevância à medida que as tecnologias GNSS passaram a ser utilizadas em atividades profissionais rotineiras. Receptores de dupla frequência, estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS, serviços de pós-processamento online e sistemas de informação geográfica ampliaram a velocidade e a precisão dos levantamentos. Contudo, tais ferramentas exigem que os dados estejam associados a um datum único, pois a mistura de coordenadas em SAD 69, Córrego Alegre, WGS 84, sem tratamento adequado, e SIRGAS2000 pode produzir deslocamentos capazes de comprometer projetos e cadastros.

A justificativa deste estudo decorre da necessidade de compreender a relação entre topografia, geodésia e padronização de dados. Em obras de terra, por exemplo, a quantificação de volumes depende de modelos digitais de terreno coerentes; em fundações, a locação de eixos e pontos de sondagem demanda controle planialtimétrico; em drenagem e contenções, a posição dos elementos interfere diretamente no desempenho e na segurança. Assim, o SIRGAS2000 é tratado neste artigo não apenas como uma exigência normativa, mas também como uma condição técnica para a integração de levantamentos e a confiabilidade das informações espaciais.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

O objetivo geral deste artigo é analisar a importância do sistema geodésico SIRGAS2000 para a padronização dos levantamentos topográficos no Brasil. Os objetivos específicos são: apresentar a evolução dos referenciais geodésicos no país; descrever as principais características do SIRGAS2000; relacionar o sistema às tecnologias GNSS, IBGE-PPP e às redes de referência; discutir os impactos na Engenharia Civil, com ênfase em fundações e obras de terra; e identificar cuidados práticos para evitar inconsistências no uso de coordenadas.

A questão orientadora da pesquisa pode ser formulada da seguinte maneira: de que modo o SIRGAS2000 contribui para a padronização e a confiabilidade dos levantamentos topográficos aplicados à Engenharia Civil no Brasil? Para responder a essa pergunta, adotou-se uma revisão bibliográfica de caráter exploratório e descritivo, com análise qualitativa de publicações oficiais, normas técnicas e estudos nacionais recentes. A escolha dessa abordagem permite reunir fundamentos técnicos e discutir sua aplicação prática no contexto profissional.

A relevância acadêmica do tema reside em aproximar a formação do engenheiro civil das exigências atuais de georreferenciamento e de gestão territorial. A disciplina Fundações e Obras de Terra trabalha com decisões que dependem de terreno real, cotas, limites, declividades, eixos e 2 volumes. Dessa forma, compreender o referencial das coordenadas utilizadas em plantas e levantamentos auxilia a prevenir decisões baseadas em informações espacialmente incoerentes. A relevância profissional, por sua vez, reside na necessidade de produzir documentos técnicos aceitos por órgãos públicos, registros, contratantes e equipes multidisciplinares.

O artigo está organizado em cinco seções. A introdução delimita o tema e apresenta os objetivos. A fundamentação teórica discute conceitos de sistema geodésico, evolução dos referenciais brasileiros, características do SIRGAS2000, GNSS, IBGE-PPP, normas e aplicações na Engenharia Civil. A seção metodológica descreve o tipo de pesquisa, as fontes e o procedimento de análise. A análise dos resultados sintetiza as contribuições do SIRGAS2000 para a padronização dos levantamentos. Por fim, as considerações finais retomam os objetivos e apresentam conclusões sobre a importância do tema.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sistemas geodésicos de referência e coordenadas topográficas

Um sistema geodésico de referência é a estrutura matemática e física que permite atribuir coordenadas a pontos localizados na superfície terrestre. Ele envolve a definição de uma origem, de eixos, de orientação, de um elipsoide de referência e de uma forma de materialização

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

por meio de estações geodésicas. Na prática da topografia, esse sistema funciona como a base comum que permite comparar e integrar levantamentos realizados em momentos, equipamentos e escalas diferentes.

A topografia tradicional pode ser executada com referências locais, especialmente quando a obra está restrita a um pequeno canteiro e não se exige integração com bases oficiais. Entretanto, quando o levantamento precisa dialogar com cartografia pública, cadastro, licenciamento, registros, redes de infraestrutura, projetos viários ou sistemas de informação geográfica, a referência local torna-se insuficiente. Nesses casos, a adoção de um sistema oficial evita que cada profissional crie uma origem própria sem relação clara com o território nacional. O uso de coordenadas geodésicas e projetadas também exige cuidado. Coordenadas geodésicas expressam latitude, longitude e altitude elipsoidal, enquanto coordenadas planas, como as do sistema UTM, representam posições em metros em uma projeção cartográfica. A passagem entre essas formas depende do datum e da projeção utilizados. Assim, afirmar apenas que um ponto está em UTM não basta; é necessário declarar o sistema geodésico, o fuso, a zona, a unidade, a época de referência, quando aplicável, e os procedimentos de obtenção das coordenadas.

No ambiente de obras, a ausência dessa informação pode levar a interpretações equivocadas. Um projeto pode informar coordenadas aparentemente corretas, mas referidas a um datum antigo; outro levantamento pode estar em SIRGAS2000; uma imagem de satélite pode estar em WGS 84; e uma base municipal pode ter sido convertida sem controle. Quando esses dados são sobrepostos, surgem deslocamentos que podem ser confundidos com erro de medição. Borges et al. (2017) destacam que a adoção do SIRGAS2000 como sistema oficial favoreceu a homogeneização das informações e reduziu as confusões decorrentes do uso de diferentes referenciais.

A padronização geodésica, portanto, não é uma formalidade. Ela influencia a compatibilização entre levantamentos planialtimétricos, projetos de terraplenagem, memorial descritivo, cadastro de redes, desapropriações, regularização fundiária e controle da implantação da obra. Quanto mais dados digitais são integrados a plataformas BIM, SIG ou sistemas de gestão de obras, maior é a necessidade de que todos partam do mesmo referencial. Sem essa compatibilidade, a precisão do equipamento não garante a qualidade do produto final.

Outro aspecto relevante é a distinção entre precisão e acurácia. Um levantamento pode ser muito preciso internamente, isto é, apresentar boa repetibilidade entre os pontos, e ainda assim estar deslocado em relação ao sistema oficial. A acurácia posicional absoluta depende da

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

vinculação ao referencial geodésico. O Manual Técnico de Georreferenciamento de Imóveis Rurais trata a precisão posicional absoluta como relacionada à vinculação ao Sistema Geodésico Brasileiro, com propagação das covariâncias a partir de seus vértices (INCRA, 2022). Essa noção também é útil para a engenharia civil, pois a obra precisa estar correta tanto em sua geometria interna quanto em sua posição no território.

A integração entre topografia e geodésia também se manifesta na altimetria. Embora o tema central deste artigo seja o SIRGAS2000 como referência geocêntrica, os levantamentos aplicados a obras de terra exigem atenção às cotas. A altitude elipsoidal obtida por GNSS não corresponde diretamente à altitude ortométrica utilizada em projetos de engenharia. Por isso, modelos geoidais e referências de nível são necessários para transformar medições GNSS em informações altimétricas úteis para drenagem, cortes, aterros e fundações. A padronização planimétrica precisa ser acompanhada de coerência altimétrica para que o levantamento seja tecnicamente completo.

Evolução dos referenciais geodésicos no Brasil e adoção do SIRGAS2000

A história dos referenciais geodésicos brasileiros acompanha a evolução da tecnologia de medição. Por décadas, bases cartográficas e levantamentos foram referidos a sistemas como o Córrego Alegre e o SAD 69. Esses sistemas atenderam às demandas de sua época, mas foram concebidos em marcos não geocêntricos e vinculados às limitações dos instrumentos disponíveis. Com a expansão do posicionamento por satélite, tornou-se necessário adotar um referencial compatível com a precisão e a abrangência das técnicas GNSS.

O SIRGAS2000 representa essa mudança de paradigma. A Resolução do Presidente do IBGE nº 1/2005 estabeleceu, em sua edição de 2000, o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas como novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro e para o Sistema Cartográfico Nacional. A própria resolução aponta que a adoção de um sistema geocêntrico tornou-se mandatória diante da precisão dos métodos de posicionamento por satélite e da necessidade de compatibilidade com sistemas globais (IBGE, 2005).

A transição não ocorreu de forma instantânea. A resolução de 2005 permitiu a coexistência temporária entre SIRGAS2000, SAD 69 e Córrego Alegre, para que os usuários adequassem bases, métodos e procedimentos. Em 2015, a Resolução da Presidência do IBGE nº 1/2015 definiu o fim do período de transição e determinou que, a partir de 25 de fevereiro de 2015, os usuários no Brasil deveriam adotar exclusivamente o SIRGAS2000 em suas atividades, encerrando o uso concomitante dos referenciais antigos no SGB e no SCN (IBGE, 2015).

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

Esse marco teve consequências diretas na topografia. A partir dele, levantamentos destinados a bases oficiais, georreferenciamento, cadastro territorial e produção cartográfica passaram a exigir compatibilidade com o sistema oficial. Para o engenheiro civil, isso significa que os dados recebidos de órgãos públicos ou produzidos por equipes contratadas devem ser verificados quanto ao referencial adotado. A simples confiança no arquivo digital ou no desenho não é suficiente; a informação do datum deve constar de plantas, memoriais e relatórios.

Borges et al. (2017) analisam a conversão de dados geográficos para o SIRGAS2000 e observam que essa mudança representou um passo importante para a homogeneização das informações. Entretanto, os autores também indicam que a transformação de bases antigas exige 4 Acompanhamento analítico cuidadoso. Essa observação é essencial para obras que utilizam levantamentos históricos, plantas antigas ou documentos de regularização fundiária, pois a conversão inadequada pode transferir erros para os projetos atuais.

A adoção do SIRGAS2000 também acompanhou a consolidação da infraestrutura geodésica nacional. A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS fornece observações permanentes que apoiam o posicionamento de precisão. A existência de estações ativas e de serviços de processamento possibilita que os levantamentos em campo sejam conectados ao SGB com maior praticidade. Assim, a padronização não depende apenas da norma, mas também de uma rede técnica que materializa o referencial no território.

No âmbito regional, o SIRGAS2000 insere-se no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, cuja definição é compatível com o Sistema Internacional de Referência Terrestre. O IBGE informa que a época de referência é 2000. Foi escolhida por corresponder à campanha SIRGAS de maio de 2000, quando estações GPS foram observadas em todas as Américas e no Caribe para materializar o novo sistema (IBGE, 2026). Isso demonstra que o SIRGAS2000 não é apenas um nome usado em plantas, mas uma referência geodésica associada a observações, época e infraestrutura.

A época de referência é um ponto frequentemente ignorado em aplicações básicas, mas é relevante na geodésia de precisão. O território não é estático: os movimentos tectônicos alteram as coordenadas ao longo do tempo. Segundo o IBGE, o movimento da placa Sul-Americana contribui para o deslocamento do território brasileiro em direção ao noroeste, em pouco mais de um centímetro por ano, o que justifica a associação de coordenadas precisas a uma época de referência (IBGE, 2026). Para muitos levantamentos topográficos de obra, esse efeito pode ser pequeno diante das tolerâncias do projeto, mas, em redes geodésicas e estudos de monitoramento, ele se torna decisivo.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

A evolução dos referenciais mostra que a padronização é um processo contínuo. A adoção do SIRGAS2000 resolveu uma parte importante do problema, mas não elimina a necessidade de declarar métodos, transformar dados corretamente, controlar a qualidade e acompanhar as atualizações dos serviços. A formação do engenheiro civil deve incluir essa percepção, pois a obra construída depende de decisões espaciais que começam muito antes da execução física no terreno.

Características técnicas do SIRGAS2000

O SIRGAS2000 é um sistema geocêntrico, ou seja, tem origem no centro de massa da Terra. Essa característica o diferencia de referenciais locais ou regionais antigos e o torna compatível com as tecnologias GNSS, que operam em sistemas globais. A Resolução IBGE nº 1/2005 caracteriza o SIRGAS2000 como vinculado ao Sistema de Referência Terrestre Internacional e ao elipsoide GRS80, com semi-eixo maior de 6.378.137 metros e achatamento de 1/298,257222101 (IBGE, 2005).

Em termos práticos, a concepção geocêntrica permite relacionar as coordenadas obtidas por satélite a uma referência coerente. O receptor GNSS determina posições a partir de sinais enviados por satélites em órbita e, por isso, opera naturalmente em um contexto global tridimensional. A compatibilização com o SIRGAS2000 reduz a dependência de adaptações locais e favorece a integração com bases internacionais, nacionais e regionais. Isso é fundamental para levantamentos topográficos que precisam ser repetidos, auditados ou integrados ao longo do ciclo de vida de uma obra.

Outra característica importante é a materialização por meio de estações de referência. Um sistema de referência abstrato precisa ser concretizado por meio de coordenadas de pontos físicos ou de estações permanentes. No Brasil, a RBMC desempenha um papel fundamental ao disponibilizar dados GNSS contínuos. A partir desses dados, o profissional pode realizar processamento relativo ou utilizar serviços de pós-processamento que vinculam observações ao sistema oficial. Dessa forma, a padronização não depende de estimativas isoladas, mas de uma rede geodésica de suporte. Nascimento, Dal Poz e Freitas (2021) analisaram os parâmetros de transformação entre as materializações ITRF/IGS e SIRGAS2000 no IBGE-PPP e verificaram que, após a atualização dos parâmetros em 2020, as séries SIRGAS2000 apresentaram resultados mais consistentes. Os autores destacam que o IBGE-PPP disponibiliza coordenadas compatíveis com o SIRGAS2000 e que a adequação das transformações reduz os impactos decorrentes de trocas de referenciais ao longo do tempo. Esse estudo demonstra que a

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

padronização também exige atualização técnica dos serviços de processamento.

A relação entre SIRGAS2000 e WGS 84 é outro ponto de atenção. Em muitos softwares e equipamentos, o WGS 84 é a referência padrão. Embora em certas aplicações, as diferenças possam ser pequenas, não se deve assumir equivalência absoluta para fins técnicos sem verificar a época, a realização e a transformação adotadas. Em projetos de engenharia, a declaração explícita do sistema é indispensável, pois a responsabilidade técnica recai sobre os documentos produzidos e sobre a coerência dos dados utilizados.

O SIRGAS2000 também se relaciona à projeção UTM, muito utilizada em plantas de topografia e em projetos de engenharia, por apresentar coordenadas em metros. O uso de UTM SIRGAS2000 facilita os cálculos de distância e a representação cartográfica, mas exige informar o fuso correto. O Brasil atravessa vários fusos UTM, e a adoção equivocada de um fuso pode causar deslocamentos expressivos. Em áreas próximas aos limites de fusos, o profissional deve avaliar a melhor estratégia de representação e deixar explícitos os parâmetros de projeto.

Em obras de terra, a escolha do sistema de coordenadas influencia o cálculo de áreas, volumes e locações. Diferenças entre coordenadas geodésicas, coordenadas projetadas e sistemas locais devem ser consideradas antes da modelagem do terreno. O levantamento topográfico pode ser executado em sistema local de obra para facilitar a implantação, mas, quando houver necessidade de integração com bases oficiais, esse sistema local deve estar amarrado ao SIRGAS2000 por meio de pontos de controle e parâmetros adequados.

O valor do SIRGAS2000 está justamente em oferecer uma linguagem comum. Quando todos os levantamentos informam o mesmo referencial e seguem procedimentos rastreáveis, torna-se possível sobrepor levantamento planialtimétrico, cadastro, imagem, projeto de terraplenagem, rede de drenagem, planta de fundações e limites do imóvel com menor risco de incompatibilidade. A padronização geodésica, portanto, sustenta a interoperabilidade entre documentos técnicos e sistemas computacionais.

É importante observar que o SIRGAS2000 não substitui a qualidade do levantamento. Um dado pode estar formalmente referenciado ao SIRGAS2000 e, ainda assim, ser ruim se foi medido com um método inadequado, sem controle, sem calibração ou sem relatório técnico. O sistema oficial é uma condição necessária, mas não suficiente. A qualidade final depende de equipamentos, método de posicionamento, tempo de rastreamento, geometria dos satélites, processamento, ajuste, controle de campo e verificação independente.

Ano VII, v.1 2026 | **submissão: 23/05/2026** | **aceito: 26/05/2026** | **publicação: 29/05/2026**

SIRGAS2000, GNSS, IBGE-PPP e levantamentos topográficos

A popularização do GNSS modificou profundamente a rotina dos levantamentos topográficos. Antes, a vinculação a uma rede geodésica dependia, com maior frequência, da ocupação de marcos, do transporte de coordenadas e de polígonos de apoio. Hoje, receptores GNSS permitem obter rapidamente as coordenadas dos pontos de controle, desde que o método seja compatível com a finalidade do levantamento. O posicionamento pode ser estático, rápido-estático, cinemático em tempo real, pós-processado ou por ponto preciso, cada qual com vantagens, limitações e exigências próprias.

O IBGE-PPP é um dos serviços mais relevantes nesse cenário. Segundo o portal gov.br, o serviço permite que usuários com receptores GPS ou GLONASS enviem arquivos de observação GNSS e obtenham coordenadas referenciadas ao SIRGAS2000 por meio de processamento preciso (BRASIL, 2026). Para profissionais e estudantes, essa ferramenta reduz as barreiras de acesso ao posicionamento de precisão, pois dispensa a montagem de uma estação de referência própria e facilita a vinculação ao sistema oficial.

Nascimento, Dal Poz e Freitas (2021) observam que o IBGE-PPP é uma adaptação de um serviço de posicionamento por pontos preciso para uso no Brasil e fornece resultados tanto no ITRF/IGS quanto no SIRGAS2000. Os autores mostram que a compatibilização entre referenciais envolve a transformação de Helmert e os parâmetros disponibilizados pelo IBGE. Assim, o usuário recebe um resultado aparentemente simples, mas que se baseia em uma cadeia geodésica complexa que precisa ser compreendida para uso responsável.

A adoção do SIRGAS2000 em levantamentos GNSS também facilita a integração com a RBMC. Estações permanentes fornecem dados de referência para o processamento relativo, permitindo maior precisão na determinação dos pontos de apoio. Em trabalhos de topografia aplicada a obras, esses pontos servem de base para levantamentos com estação total, drone, scanner a laser ou métodos combinados. O resultado é um fluxo híbrido no qual o GNSS fornece apoio geodésico e as técnicas terrestres detalham o terreno e os elementos construídos.

Essa integração é particularmente útil em locais com restrições ao GNSS. Em áreas urbanas densas, sob árvores, junto a taludes, em cortes profundos, em canteiros com estruturas metálicas ou nas proximidades de edificações altas, sinais de satélite podem sofrer obstrução e multicaminho. Nesses casos, a estação total continua essencial. França, Klein e Veiga (2024) destacam que, em locais onde o GNSS não é adequado, como cânions urbanos, redes de referência podem ser densificadas por meio de medições de ângulos e distâncias com estação total. O SIRGAS2000 permanece importante porque fornece a referência à qual essas redes

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

devem ser vinculadas.

A combinação de GNSS e topografia clássica exige planejamento. O profissional deve definir pontos de apoio estáveis, realizar observações redundantes, verificar resíduos, ajustar as redes e documentar o método. O INCRA (2022) apresenta diferentes métodos de posicionamento aplicáveis ao georreferenciamento de imóveis rurais, incluindo métodos de topografia clássica como poligonização, triangulação, trilateração, triangulateração e irradiação. Embora o manual se destine ao georreferenciamento rural, sua lógica de controle e rastreabilidade é útil para levantamentos de engenharia.

No caso de obras de terra, o uso combinado de GNSS e de estação total pode ser decisivo. O GNSS permite estabelecer a malha de controle e levantar áreas abertas com produtividade; a estação total pode detalhar pontos em que o GNSS apresenta baixa qualidade; os drones podem gerar modelos de superfície; e o software de projeto utiliza essas informações para calcular cortes e aterros. Se cada etapa estiver em um referencial distinto, o modelo final será inconsistente. Se todas estiverem referidas ao SIRGAS2000, a integração se torna mais segura. Outro benefício do SIRGAS2000 está na possibilidade de repetição e de monitoramento. Obras de contenção, barragens, taludes e estruturas sensíveis podem exigir campanhas sucessivas para comparar deslocamentos. Quando as coordenadas são obtidas em um referencial oficial e os métodos são documentados, há maior capacidade de comparar épocas distintas. Ainda que Monitoramentos de alta precisão demandam cuidados específicos quanto à época, aos modelos e ao processamento; a padronização inicial reduz incertezas desnecessárias.

A tecnologia, contudo, não elimina a necessidade de julgamento técnico. O resultado de um serviço online deve ser analisado à luz do tempo de rastreamento, da qualidade do arquivo RINEX, das constelações utilizadas, de eventuais obstruções, da altura da antena e do relatório de processamento. A coordenada em SIRGAS2000 não deve ser aceita automaticamente apenas porque foi emitida por um sistema. O engenheiro deve interpretar os indicadores de qualidade e verificar se atendem às tolerâncias do projeto.

Assim, o SIRGAS2000 funciona como elo entre a alta precisão geodésica e as necessidades práticas da topografia de obra. Ele permite que métodos diversos conversem entre si, desde que o profissional saiba declarar, transformar, processar e controlar as coordenadas. A padronização não reduz a importância do levantamento de campo; ao contrário, exige que o levantamento seja mais bem documentado e tecnicamente fundamentado.

Normas técnicas, cadastro territorial e georreferenciamento

A padronização dos levantamentos topográficos no Brasil não depende apenas do SIRGAS2000, mas também de normas técnicas e de procedimentos institucionais. A NBR 13133 estabelece requisitos para execução de levantamentos topográficos, enquanto a NBR 14166 trata da Rede de Referência Cadastral Municipal. Essas normas orientam a forma de planejar, executar, controlar e apresentar levantamentos, contribuindo para que os resultados sejam comparáveis e tecnicamente defensáveis.

A revisão da NBR 14166 em 2022 reforçou a importância das redes municipais de referência cadastral em uma lógica mais atualizada. França, Klein e Veiga (2024) observam que a norma adotou conceitos internacionais de cadastro territorial e estabeleceu uma hierarquia entre vértices, o que facilitou a implantação e a densificação das redes. Essa discussão é relevante porque muitos municípios ainda carecem de redes locais densas, o que leva profissionais a oferecerem apoios individuais e repetidos, com aumento de custos e possível heterogeneidade. A existência de redes de referência densas beneficia a sociedade. Quando o município dispõe de pontos bem distribuídos, materializados e documentados, levantamentos públicos e privados podem ser realizados com menor custo e maior coerência. Isso interessa a obras de infraestrutura, regularização fundiária, fiscalização, planejamento urbano, drenagem, mobilidade e gestão de riscos. O SIRGAS2000 fornece a referência nacional, enquanto a rede local densifica essa referência na escala de uso cotidiano.

No georreferenciamento de imóveis rurais, o INCRA desempenha um papel central. O Manual Técnico de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, em sua segunda edição, atualizou procedimentos para incorporar novas tecnologias e métodos, estabelecendo condições exigíveis para a execução dos serviços e a certificação de imóveis rurais (INCRA, 2022). O manual demonstra como a padronização de coordenadas, métodos e documentos técnicos é indispensável à segurança jurídica e à integração territorial.

Michels, Silva e Souza (2021) analisaram o georreferenciamento de imóveis rurais, comparando topografia, RTK e o sistema TM, ressaltando que a organização e a localização fiel das propriedades no Sistema Geodésico Brasileiro estão entre os objetivos associados ao georreferenciamento. Essa perspectiva evidencia que a discussão sobre SIRGAS2000 ultrapassa a topografia de obra e alcança o ordenamento territorial, o registro de imóveis e a gestão pública.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

A compatibilidade entre normas, sistemas e procedimentos também reduz conflitos entre peças técnicas. Em muitos processos, a planta, o memorial descritivo, a matrícula, o projeto e o levantamento de campo devem apresentar coerência entre si. Quando limites, confrontações e coordenadas são produzidos sem um referencial padronizado, o que aumenta as chances de sobreposição, divergência de área e de contestação. O uso do SIRGAS2000 contribui para que os documentos estejam vinculados ao sistema oficial.

Em áreas urbanas, a discussão ganha força com a crescente demanda por cadastro territorial multifinalitário, regularização fundiária e integração de dados imobiliários. As obras de infraestrutura urbana exigem conhecer a posição dos lotes, das redes existentes, dos meio-fios, das edificações, das galerias, dos postes, das contenções e das interferências. A ausência de uma referência comum dificulta a integração entre dados de concessionárias, da prefeitura, de projetistas e de construtoras. O SIRGAS2000, associado a redes cadastrais municipais, oferece uma base mais consistente para essa interoperabilidade.

Do ponto de vista da responsabilidade técnica, a padronização evita ambiguidades. Um relatório topográfico deve informar o equipamento, o método, a data, o sistema geodésico, a projeção, o fuso horário, os pontos de apoio, o procedimento de processamento, a precisão estimada e as limitações. Esses elementos permitem que o levantamento seja auditado. Sem eles, mesmo um desenho visualmente bem apresentado pode carecer de validade técnica. A ABNT e os manuais institucionais reforçam essa cultura documental.

A vinculação ao SIRGAS2000 também é importante para obras financiadas, fiscalizadas ou recebidas por órgãos públicos. Contratos de engenharia frequentemente exigem entrega de plantas georreferenciadas, arquivos digitais e memoriais. A adoção do sistema oficial facilita o recebimento e a incorporação desses dados aos acervos públicos. Além disso, reduz retrabalho quando o projeto precisa ser compatibilizado com bases ambientais, viárias, fundiárias ou cadastrais.

Portanto, o SIRGAS2000 deve ser entendido no âmbito de um conjunto normativo e institucional. Ele fornece o referencial; as normas definem procedimentos; os manuais orientam aplicações específicas; e os profissionais materializam tudo isso em levantamentos, plantas e relatórios. A padronização efetiva ocorre quando esses elementos são tratados de forma integrada.

Aplicações em fundações e obras de terra

Embora o SIRGAS2000 seja frequentemente associado à cartografia e ao georreferenciamento, sua relevância para fundações e obras de terra é direta. Essas áreas dependem de conhecimento preciso do terreno, da posição dos elementos existentes e das cotas de projeto. A terraplenagem exige o cálculo de volumes de corte e de aterro; as fundações exigem a locação de eixos, blocos, estacas, sapatas e pontos de sondagem; as contenções exigem a identificação de taludes, limites e estruturas vizinhas. Todos esses produtos partem de um levantamento topográfico.

Em projetos de terraplenagem, a incoerência entre os levantamentos pode alterar o balanço de massas. Se uma nuvem de pontos, um levantamento GNSS e uma planta cadastral não estiverem no mesmo referencial, o modelo digital de terreno pode apresentar deslocamentos horizontais que distorcem seções, áreas e volumes. Mesmo quando a diferença horizontal parece pequena, ela pode ser relevante em taludes, divisas, canais ou bordas de plataforma. O SIRGAS2000 contribui para a integração de diferentes camadas de informação em um único sistema.

Nas fundações, a locação correta depende da relação entre o projeto estrutural, o levantamento planialtimétrico e a implantação em campo. Em obras urbanas, os eixos podem estar próximos a divisas, edificações vizinhas, redes subterrâneas e restrições legais. Um erro de posicionamento pode resultar em interferência com fundações existentes, invasão de recuos ou necessidade de adequação emergencial. A referência geodésica oficial não substitui a conferência local, mas fornece uma base para relacionar a obra ao imóvel e ao entorno.

A investigação geotécnica também pode se beneficiar da padronização. Pontos de sondagem, ensaios de campo e amostras devem ser posicionados de modo a serem correlacionados com o projeto e o terreno. Quando os pontos são registrados no sistema SIRGAS2000, torna-se mais fácil integrar sondagens, mapas geológicos, dados ambientais, levantamentos anteriores e modelos digitais. Isso contribui para uma leitura mais ampla do subsolo e das condições de implantação.

Em obras lineares, como rodovias, ferrovias, adutoras, redes de drenagem e canais, a importância é ainda maior. O empreendimento abrange grandes extensões e pode envolver diferentes equipes e trechos. A padronização das coordenadas evita que cada trecho seja tratado como um sistema isolado sem amarração consistente. Pontos de controle no sistema SIRGAS2000 permitem que projetos, desapropriações, seções transversais, bueiros, obras de arte e interferências sejam integrados de forma contínua.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

Em obras de contenção e de estabilidade de taludes, o monitoramento de deslocamentos exige uma referência confiável. Quando se acompanha a evolução de um talude ou de uma estrutura, é necessário distinguir o movimento real da diferença de método ou de referencial. A adequada vinculação dos pontos de controle e a repetição dos procedimentos aumentam a confiabilidade das análises. Em situações de risco, a qualidade da informação espacial pode influenciar decisões de intervenção, de evacuação ou de reforço.

A relação com drones e fotogrametria também merece destaque. Levantamentos aerofotogramétricos podem produzir ortomosaicos, modelos digitais de superfície e curvas de nível. Para que esses produtos sejam úteis em projetos de engenharia, precisam ser georreferenciados com pontos de controle bem distribuídos e vinculados ao sistema oficial. O SIRGAS2000 facilita a integração desses produtos a plantas, projetos e bases de dados públicas. Sem controle geodésico, a imagem pode ser visualmente atraente, mas tecnicamente insuficiente.

A adoção do SIRGAS2000 pode ainda auxiliar na gestão de obras. Sistemas digitais de acompanhamento, máquinas com controle GNSS, plataformas de projeto e aplicativos de campo dependem de coordenadas coerentes. Em terraplenagem mecanizada, por exemplo, modelos de projeto podem orientar equipamentos; para isso, o modelo deve estar em referência consistente com o controle de campo. A padronização reduz falhas na comunicação entre o escritório e o canteiro.

No ensino de Fundações e Obras de Terra, o tema estimula uma visão integrada. O estudante percebe que a estabilidade de um talude, a escolha de uma fundação ou o volume de aterro não depende apenas de fórmulas geotécnicas, mas também da qualidade espacial do levantamento. A posição do terreno, as cotas e os elementos construídos integram a segurança técnica do projeto. Assim, o SIRGAS2000 surge como referência de base para interpretar plantas e relatórios de maior criticidade.

Em síntese, o SIRGAS2000 contribui para fundações e obras de terra ao permitir a compatibilização entre dados de terreno, de projeto, de cadastro e de execução. Ele não é visível na obra como concreto, aço ou solo compactado, mas está presente na informação que orienta a decisão. Quando essa informação é padronizada, a obra tende a ser mais segura, rastreável e eficiente.

Ano VII, v.1 2026 | **submissão: 23/05/2026** | **aceito: 26/05/2026** | **publicação: 29/05/2026**

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolvida neste artigo é de natureza básica, pois busca ampliar a compreensão teórica sobre a importância do SIRGAS2000 para a padronização dos levantamentos topográficos no Brasil. Quanto à abordagem, caracteriza-se como qualitativa, uma vez que a análise não se baseia em mensurações estatísticas, mas na interpretação de documentos técnicos, normas e estudos científicos relacionados à geodésia, à topografia e à engenharia.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória e descritiva. É exploratória porque se aproxima do tema da realidade acadêmica da Engenharia Civil, especialmente da disciplina Fundações e Obras de Terra, identificando conceitos e relações que, muitas vezes, aparecem de forma fragmentada em documentos técnicos. É descritiva porque apresenta características do SIRGAS2000, sua adoção oficial, sua relação com GNSS, IBGE-PPP, normas técnicas e aplicações em levantamentos topográficos.

Quanto aos procedimentos técnicos, adotaram-se a revisão bibliográfica e a revisão documental. Foram consultadas publicações oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, como resoluções e páginas técnicas sobre o SIRGAS e o Projeto Mudança do Referencial Geodésico, além de documentos do INCRA e artigos publicados em periódicos nacionais das áreas de cartografia, geomática e geodésia. Também foram consideradas normas técnicas brasileiras relacionadas a levantamentos topográficos e redes de referência cadastral.

A seleção das fontes considerou três critérios principais: credibilidade institucional, relação direta com o tema e atualidade ou relevância técnica. Foram priorizados documentos do IBGE, por ser o órgão responsável pelo Sistema Geodésico Brasileiro; documentos do INCRA, por tratarem da padronização do georreferenciamento; e artigos científicos nacionais publicados em revistas da área, como a Revista Brasileira de Cartografia, a Revista Brasileira de Geomática e a Revista Geografias. Também foram utilizadas normas da ABNT devido à sua importância na prática profissional.

A coleta de informações ocorreu por meio da leitura analítica das fontes. Inicialmente, foram identificados os seguintes conceitos centrais: sistema geodésico, datum, SIRGAS2000, GNSS, IBGE-PPP, transformação de coordenadas, rede de referência e levantamento topográfico. Em seguida, as informações foram organizadas em eixos temáticos: evolução dos referenciais no Brasil, características do SIRGAS2000, tecnologias de posicionamento, normas e aplicações na engenharia civil. Essa organização permitiu construir a fundamentação teórica e realizar a análise dos resultados.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

A análise foi realizada de forma qualitativa e interpretativa. Buscou-se relacionar os conteúdos técnicos das fontes a situações práticas de levantamento topográfico em obras de engenharia. Por exemplo, a obrigatoriedade do SIRGAS2000 foi associada à necessidade de compatibilizar plantas, cadastros e projetos; os estudos sobre IBGE-PPP foram relacionados à obtenção de pontos de apoio; e as discussões sobre redes de referência foram vinculadas à realidade de levantamentos urbanos e de obras de infraestrutura.

Não houve coleta de dados de campo, aplicação de questionários ou realização de estudo de caso específico. Essa delimitação é coerente com o objetivo de produzir uma revisão bibliográfica voltada à compreensão do tema. Ainda assim, a pesquisa buscou manter vínculo com a prática profissional por meio de exemplos aplicados a fundações, obras de terra, terraplenagem, cadastro e georreferenciamento.

Como limitação metodológica, reconhece-se que a análise depende das fontes selecionadas e não substitui um ensaio de campo. Pesquisas futuras poderiam comparar coordenadas obtidas por diferentes métodos de posicionamento, avaliar transformações entre referenciais em uma área real ou analisar a qualidade de levantamentos topográficos entregues em obras públicas. Mesmo com essa limitação, a revisão permite compreender a importância do SIRGAS2000 como base técnica para a padronização dos levantamentos no país. O método adotado está alinhado ao tema proposto, pois a discussão sobre o sistema geodésico exige compreensão normativa, histórica e técnica. A análise de documentos oficiais garante que a descrição da adoção do SIRGAS2000 seja fiel ao marco institucional brasileiro, enquanto os artigos científicos contribuem com avaliações recentes sobre o processamento de GNSS, a transformação de referenciais e a densificação de redes de referência.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Contribuições do SIRGAS2000 para a padronização topográfica

A revisão realizada indica que a principal contribuição do SIRGAS2000 é estabelecer uma referência comum para a produção e a integração de dados espaciais no Brasil. Antes da adoção exclusiva desse sistema, a coexistência de referenciais distintos favorecia a formação de bases cartográficas heterogêneas. Após o encerramento do período de transição em 2015, o SIRGAS2000 passou a ser o referencial a ser adotado pelos usuários brasileiros em atividades vinculadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e ao Sistema Cartográfico Nacional (IBGE, 2015). Essa uniformização reduz as ambiguidades nos levantamentos topográficos. Quando uma

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

planta informa as coordenadas em SIRGAS2000, o fuso UTM, o método de obtenção e a precisão, o usuário tem condições de integrar o dado a outras bases oficiais. Isso não elimina erros de campo, mas permite rastrear a origem das coordenadas. A padronização é, portanto, uma forma de qualificação documental e técnica.

Borges et al. (2017) reforçam que a adoção do SIRGAS2000 contribuiu para a homogeneização das informações geográficas no Brasil, mas alertam que a conversão de dados antigos deve ser feita com cuidado. Esse resultado mostra que o SIRGAS2000 não resolve automaticamente o passivo cartográfico existente. Ao contrário, ele torna mais evidente a necessidade de avaliar a origem de cada base e de aplicar transformações apropriadas.

Na prática da Engenharia Civil, a padronização facilita a compatibilização entre levantamentos de diferentes fases. Um levantamento preliminar pode orientar estudos de viabilidade; outro, mais detalhado, pode apoiar o projeto executivo; novos levantamentos podem atualizar a obra durante a execução; e produtos finais podem compor o cadastro as built. Se todas as fases adotarem o mesmo referencial, a comparação entre elas é mais segura. Se cada fase utilizar uma referência distinta, o risco de incompatibilidade aumenta.

A análise também mostra que o SIRGAS2000 favorece a integração entre a topografia e os sistemas digitais. Projetos em CAD, SIG, BIM, drones, máquinas controladas por GNSS e bancos de dados territoriais dependem de coordenadas coerentes. A padronização geodésica cria a base para essa interoperabilidade. Em um cenário de digitalização da construção civil, esse aspecto tende a se tornar cada vez mais relevante.

Outro resultado é a ampliação da responsabilidade técnica pela informação espacial. O profissional não deve apenas entregar coordenadas; deve informar o sistema, o método e a qualidade. A padronização pelo SIRGAS2000 exige que plantas, memoriais e relatórios sejam mais completos. Isso contribui para a transparência e para a possibilidade de auditoria, elementos importantes em obras públicas, no georreferenciamento e na regularização.

A padronização também auxilia na redução de retrabalhos. Bases incompatíveis podem exigir novas campanhas de campo, transformações emergenciais ou ajustes manuais no desenho. Esses procedimentos consomem tempo e podem introduzir novos erros. Quando o levantamento é produzido corretamente em SIRGAS2000 desde o início, as chances de retrabalho diminuem e a comunicação entre projetistas, topógrafos e executores melhora. Portanto, o SIRGAS2000 contribui para a padronização não apenas por ser obrigatório, mas também por oferecer um referencial técnico capaz de unir diferentes dados em uma linguagem espacial comum. Sua importância se manifesta tanto no nível nacional, ao organizar o Sistema

Ano VII, v.1 2026 | **submissão: 23/05/2026** | **aceito: 26/05/2026** | **publicação: 29/05/2026**

Geodésico Brasileiro, quanto no nível local, ao orientar a execução de levantamentos de obra e de cadastro.

Integração de dados, precisão e confiabilidade

A confiabilidade de um levantamento topográfico não depende apenas da precisão do equipamento, mas também da coerência do processo. A análise das fontes evidencia que coordenadas de alta precisão podem perder utilidade se não estiverem corretamente vinculadas ao referencial oficial. O SIRGAS2000 fornece a base para transformar medições em informação espacial comparável, principalmente quando se utiliza GNSS, IBGE-PPP e redes de referência. Nascimento, Dal Poz e Freitas (2021) demonstram que a compatibilização entre ITRF/IGS e SIRGAS2000 no IBGE-PPP envolve parâmetros de transformação e que a atualização desses parâmetros melhora a consistência das séries. Esse resultado indica que a padronização geodésica é dinâmica: serviços, modelos e parâmetros precisam ser atualizados para acompanhar a evolução dos referenciais globais. O usuário final deve compreender que a coordenada processada é resultado de uma metodologia técnica e não apenas de uma leitura direta do receptor.

A integração de dados também depende do controle de qualidade. Um levantamento pode combinar pontos GNSS, estação total e fotogrametria, mas a coerência entre essas fontes precisa ser verificada por meio de pontos de checagem, redundância e análise de resíduos. França, Klein e Veiga (2024) mostram que métodos de densificação de redes podem alcançar alta precisão quando planejados e ajustados adequadamente. Essa constatação reforça que a padronização pelo SIRGAS2000 deve caminhar junto com redes locais bem implantadas.

Em ambientes urbanos, a confiabilidade depende ainda da capacidade de lidar com as limitações de observação. O GNSS pode ser prejudicado por obstáculos e por multicaminho; a estação total exige intervisibilidade; a fotogrametria depende de pontos de controle; e o laser scanner precisa de um registro adequado. O SIRGAS2000 não elimina essas limitações, mas fornece uma referência para integrar resultados obtidos por métodos complementares.

Nas obras de terra, a confiabilidade espacial influencia as quantidades e os custos. Um modelo de terreno deslocado pode alterar o cálculo de volumes, os limites de corte e de aterro ou as áreas de intervenção. Em contratos, diferenças de volume podem gerar disputas financeiras. Assim, a adoção de um referencial único e documentado ajuda a conferir transparência ao processo de medição. A qualidade geodésica torna-se parte da gestão técnica e econômica da obra.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

Nas fundações, a confiabilidade posicional contribui para a compatibilização entre sondagens, projeto estrutural e implantação. A posição de um furo de sondagem pode ser decisiva para interpretar camadas de solo e definir soluções. Quando esses pontos são levantados sem referência clara, torna-se difícil correlacionar os dados geotécnicos aos elementos de projeto. O SIRGAS2000 permite que as informações sejam integradas a mapas, plantas cadastrais e modelos digitais de forma mais consistente.

A análise também evidencia que a padronização melhora a rastreabilidade temporal. Projetos passam por atualizações, obras sofrem medições intermediárias e estruturas podem ser monitoradas. Se as campanhas utilizarem o mesmo referencial e procedimentos compatíveis, a comparação entre épocas é mais confiável. Esse aspecto é essencial em obras que exigem controle de recalques, deslocamentos, taludes e deformações.

Conclui-se, portanto, que o SIRGAS2000 aumenta a confiabilidade dos levantamentos ao fornecer uma base comum, mas a qualidade final depende de procedimentos adequados. O sistema deve ser acompanhado de planejamento, documentação, controle de campo e análise crítica dos resultados.

Transformação de dados antigos e prevenção de inconsistências

Um dos principais desafios identificados na revisão é a coexistência de dados antigos em referenciais legados. Muitos municípios, empresas e profissionais ainda possuem plantas e bases produzidas em SAD 69, em Córrego Alegre ou em sistemas locais. A adoção exclusiva do SIRGAS2000 exige que esses dados sejam avaliados antes de serem combinados com novos levantamentos. Transformar coordenadas sem conhecer a origem e a escala do dado pode gerar erros difíceis de detectar.

A Resolução IBGE nº 1/2015 orienta que as bases referidas a Córrego Alegre e SAD 69 sejam transformadas conforme procedimentos específicos, incluindo o uso de grades e as orientações do IBGE (IBGE, 2015). Isso evidencia que a transformação não deve ser tratada como uma simples alteração do nome do datum no software. O processo depende de parâmetros adequados e de conhecimento da área de abrangência da base original.

Borges et al. (2017) apontam que a transformação de dados ainda existentes em sistemas legados é um trabalho que requer cuidado analítico. Esse cuidado é especialmente importante em Engenharia Civil, pois projetos podem reutilizar levantamentos antigos por economia ou por disponibilidade. Quando uma base antiga é inserida em um projeto novo sem verificação,

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

o erro pode permanecer oculto até a fase de obra, momento em que a correção costuma ser mais cara.

A prevenção de inconsistências começa na etapa de contratação. O termo de referência do levantamento deve exigir a indicação do sistema geodésico, da projeção, do fuso, do método, dos pontos de apoio, das precisões e dos arquivos entregues. Também deve solicitar relatório técnico, croqui de apoio e memorial quando necessário. A falta desses elementos abre espaço para interpretações divergentes.

Outra medida preventiva é a conferência de pontos comuns. Quando se recebe uma base antiga e um levantamento novo, os pontos identificáveis em ambos podem ser comparados. Se houver deslocamento sistemático, rotação ou escala, deve-se investigar o referencial e o método antes de ajustar graficamente. Ajustes manuais podem mascarar o problema e comprometer a rastreabilidade. A solução técnica deve ser documentada.

Em obras de terra, essa prevenção é essencial quando há ampliação de empreendimentos, retomada de projetos antigos ou uso de levantamentos preliminares. Um aterro projetado sobre base deslocada pode interferir no limite de propriedade, na APP, na rede existente ou na cota de drenagem. A verificação do referencial deve fazer parte da análise inicial de consistência do projeto.

Em áreas urbanas, a inconsistência entre bases pode gerar conflitos com o cadastro municipal e com o registro. A discussão sobre redes de referência cadastral mostra que a densificação de pontos e a adoção de norma técnica contribuem para reduzir esse problema. França, Klein e Veiga (2024) observam que a falta de redes municipais de referência cadastral leva muitos profissionais a oferecer apoios de forma individual e repetida, o que duplica custos e pode gerar heterogeneidade. O SIRGAS2000, associado a redes locais, ajuda a organizar essa realidade.

A prevenção de inconsistências exige, por fim, formação técnica. Muitos erros não são causados pela falta de equipamento, mas pelo desconhecimento de datum, projeção, fuso e transformação. Por isso, o tema deve ser abordado na formação de engenheiros e técnicos. A habilidade de interpretar o sistema de coordenadas de uma planta é tão importante quanto saber utilizar o software de desenho.

Síntese aplicada à Engenharia Civil

A análise permite sintetizar que o SIRGAS2000 cumpre quatro funções principais na Engenharia Civil: função de referência, função de integração, função de controle e função documental. A função de referência consiste em vincular as coordenadas ao sistema oficial do

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

país. A função de integração permite reunir dados de diferentes fontes. A função de controle favorece a comparação entre levantamentos e o monitoramento ao longo do tempo. A função documental torna plantas e relatórios mais rastreáveis.

Essas funções são interdependentes. Não há integração confiável sem referência comum; não há controle eficiente sem documentação; e não há rastreabilidade se o método de obtenção das coordenadas não for informado. Por isso, o SIRGAS2000 deve ser visto como parte de uma cadeia de qualidade. Essa cadeia começa no planejamento do levantamento, passa pela medição e pelo processamento, chega à apresentação dos resultados e continua com a utilização dos dados em projeto e em obra.

O Quadro 1 apresenta uma síntese das principais contribuições identificadas na pesquisa, relacionando o uso do SIRGAS2000 aos impactos práticos em levantamentos topográficos e em obras de engenharia.

Quadro 1 - Síntese das contribuições do SIRGAS2000 para levantamentos topográficos

Contribuição	Aplicação técnica	Impacto em obras
Referência oficial	Vinculação das coordenadas ao Sistema Geodésico Brasileiro	Redução de ambiguidades entre planta, terreno e cadastro
Integração de dados	Compatibilização entre GNSS, estação total, drones, SIG e bases públicas	Menor risco de deslocamentos entre camadas de projeto
Rastreabilidade	Declaração de datum, fuso, método, pontos de apoio e precisão	Facilidade de auditoria e conferência técnica
Transformação controlada	Conversão de bases legadas para o sistema oficial	Prevenção de erros em projetos que utilizam plantas antigas
Apoio a obras de terra	Modelos digitais de terreno e cálculo de volumes em referência comum	Maior confiabilidade em medições, cortes e aterros
Apoio a fundações	Locação de eixos, pontos de sondagem e elementos estruturais	Compatibilização entre investigação geotécnica e projeto

Fonte: Elaborado pela autora (2026), com base em IBGE (2005, 2015), Nascimento, Dal Poz e Freitas (2021), INCRA (2022) e França, Klein e Veiga (2024).

O quadro evidencia que o SIRGAS2000 não atua isoladamente. Sua contribuição se faz presente quando o levantamento é planejado para ser integrado aos processos de engenharia. Em uma obra de terraplenagem, por exemplo, a referência oficial permite que o levantamento inicial, o projeto de corte e aterro, as medições mensais e o levantamento final sejam comparados com maior segurança. Em fundações, permite relacionar sondagens, eixos estruturais e limites a uma base comum.

Observa-se também que a padronização favorece a comunicação entre profissionais.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

Topógrafos, engenheiros civis, projetistas, geotécnicos, gestores públicos e registradores podem interpretar a informação com menor ambiguidade quando o sistema é declarado. Essa comunicação é essencial em projetos multidisciplinares e reduz a dependência de ajustes informais, realizados apenas para que os arquivos coincidam visualmente.

A síntese aplicada demonstra, portanto, que o SIRGAS2000 deve ser incorporado à cultura técnica da Engenharia Civil. Não basta que o topógrafo conheça o sistema; o engenheiro que contrata, recebe e utiliza o levantamento também precisa compreender sua importância. A qualidade do projeto depende da capacidade de avaliar se a informação espacial recebida é adequada à finalidade pretendida.

Por fim, a análise indica que a padronização geodésica impacta a segurança. Obras de terra e fundações envolvem riscos técnicos, econômicos e humanos. Decisões baseadas em localização incorreta podem afetar a estabilidade, a drenagem, as interferências e os limites legais. O SIRGAS2000 contribui para reduzir esses riscos ao estabelecer uma referência comum, mas sua eficácia depende da adoção consciente de boas práticas profissionais.

Por fim, recomenda-se que o engenheiro civil não trate o referencial geodésico como assunto exclusivo do topógrafo. Quem utiliza o levantamento para projetar fundações, calcular volumes ou orientar máquinas precisa compreender as limitações do dado. A leitura crítica do sistema de coordenadas faz parte da competência profissional, pois a qualidade da obra depende da qualidade da informação espacial que a antecede. Nesse sentido, o SIRGAS2000 é uma ferramenta de padronização, mas também um elemento de responsabilidade técnica compartilhada.

A sétima prática é conservar os dados brutos e intermediários. Arquivos RINEX, observações de estação total, relatórios de ajuste, planilhas de transformação e versões dos arquivos devem ser arquivados junto ao processo técnico. Essa organização facilita auditorias, correções e atualizações futuras. Em obras longas, nas quais as equipes podem mudar, a preservação dos dados evita a perda de conhecimento e melhora a continuidade do controle topográfico.

A sexta prática envolve compatibilização entre planimetria e altimetria. O SIRGAS2000 define a referência geocêntrica planimétrica, mas projetos de engenharia dependem de cotas com significado físico. Por isso, os relatórios devem informar se as alturas são elipsoidais, ortométricas ou normais, qual modelo geoidal foi utilizado e quais referências de nível foram adotadas. Em obras de drenagem e terraplenagem, confundir a altitude elipsoidal com a cota de projeto pode gerar erros graves de escoamento e de volume.

A quinta prática é verificar as bases recebidas antes de iniciar o projeto. Arquivos em CAD ou

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 23/05/2026 | aceito: 26/05/2026 | publicação: 29/05/2026

SIG podem conter coordenadas sem metadados, deslocamentos artificiais ou informações herdadas de levantamentos antigos. Antes de utilizá-los em fundações, terraplenagem ou drenagem, convém identificar a origem, o datum, o fuso e o método. Quando não houver segurança, deve-se solicitar esclarecimentos, comparar pontos conhecidos ou realizar um novo levantamento de apoio. A economia obtida ao reutilizar base incerta pode resultar em custo maior na execução.

A quarta prática é tratar os sistemas locais de obra com transparência. Em determinados canteiros, pode ser conveniente criar eixos locais para facilitar a locação, reduzir os valores numéricos ou adaptar o projeto à prática de campo. Isso é aceitável quando há uma transformação clara entre o sistema local e o SIRGAS2000. O problema ocorre quando o sistema local é usado sem amarração, o que impede a integração posterior ao cadastro, ao as-built ou às bases públicas. A coexistência entre o sistema local e o sistema oficial deve ser controlada por parâmetros e pontos conhecidos.

A terceira prática é utilizar pontos de controle independentes sempre que a finalidade exigir maior segurança. Em levantamentos para projetos de obras de terra, a simples coleta de pontos não garante que o modelo esteja corretamente posicionado. Pontos de checagem permitem avaliar se há deslocamento, erro de fuso horário, inversão de coordenadas, falha na altura da antena ou inconsistência entre os equipamentos. A checagem é especialmente importante quando dados de drone, de estação total e de GNSS são integrados.

A segunda prática consiste em manter um relatório técnico completo. O relatório deve apresentar os equipamentos, o número de série, quando aplicável, o método de posicionamento, o tempo de rastreamento, os pontos de apoio, o processamento, os softwares utilizados, os indicadores de precisão e eventuais limitações. Em levantamentos apoiados em GNSS, recomenda-se anexar relatórios de processamento, arquivos relevantes e um croqui de localização dos pontos. Essa documentação aumenta a rastreabilidade e permite que outro profissional compreenda como as coordenadas foram obtidas.

Com base nos resultados analisados, é possível indicar boas práticas para a apresentação de levantamentos topográficos no sistema SIRGAS2000. A primeira delas é declarar expressamente o sistema geodésico e a projeção cartográfica em todos os produtos entregues. Plantas, memoriais, relatórios, arquivos digitais e pranchas devem informar o sistema de projeção SIRGAS2000, o fuso UTM, o hemisfério, a unidade de medida, o método de obtenção das coordenadas e a data do levantamento. Essa declaração evita que usuários futuros dependam de suposições ou de informações externas ao documento.

Ano VII, v.1 2026 | **submissão: 23/05/2026** | **aceito: 26/05/2026** | **publicação: 29/05/2026**

Boas práticas para apresentação de levantamentos em SIRGAS2000

A padronização também deve abranger os arquivos digitais entregues ao contratante. Além do PDF ou da prancha impressa, convém entregar formatos editáveis e geoespaciais com metadados preservados, evitando perda de informação sobre o sistema de coordenadas. Essa prática favorece a continuidade do uso do levantamento em etapas posteriores da obra, na manutenção da infraestrutura e na formação de um acervo técnico confiável.

Outra recomendação é evitar a mistura de arquivos sem conferência espacial. Em muitos escritórios, bases de diferentes origens são inseridas no mesmo desenho por meio de procedimentos de copiar e colar, mover ou rotacionar manualmente. Essas ações podem ser úteis para visualização preliminar, mas não substituem transformação geodésica documentada. Em produtos finais, qualquer ajuste deve ter justificativa técnica e registro do procedimento adotado.

Também é recomendável que as pranchas contenham uma legenda técnica específica para as coordenadas. Essa legenda pode informar: datum SIRGAS2000, projeção UTM, fuso, meridiano central quando necessário, modelo geoidal utilizado, escala, equidistância das curvas de nível, data do levantamento e responsável técnico. Essas informações são simples, mas evitam dúvidas quando o documento circula entre projetistas, fiscais, executores e órgãos públicos.

Essas boas práticas evidenciam que a padronização pelo SIRGAS2000 é um processo contínuo. Ela começa pela escolha do método, passa pela execução em campo, continua pelo processamento e só se completa com a apresentação clara dos resultados. Assim, o sistema geodésico oficial torna-se parte da gestão da qualidade do empreendimento.

Em obras menores, a mesma lógica pode ser aplicada em escala reduzida. Dois ou mais pontos de apoio bem definidos, descritos em relatório e protegidos contra remoção já aumentam significativamente a segurança da locação. A diferença entre um levantamento apenas operacional e um levantamento tecnicamente rastreável está justamente na capacidade de reconstruir o caminho pelo qual as coordenadas foram obtidas.

Quando o levantamento estiver associado a obras de grande porte, a implantação de uma rede de apoio própria também deve ser considerada. Essa rede pode ser materializada por meio de marcos estáveis, protegidos e distribuídos de modo a atender a diferentes frentes de serviço. A vinculação desses marcos possibilita que medições futuras sejam retomadas com menor incerteza, mesmo diante de alterações no canteiro ou de mudanças de equipe.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo analisou a importância do sistema geodésico SIRGAS2000 para a padronização dos levantamentos topográficos no Brasil, com atenção às aplicações na Engenharia Civil e, especialmente, na disciplina de Fundações e Obras de Terra. A pesquisa mostrou que o SIRGAS2000 não deve ser entendido apenas como uma exigência formal em plantas e memoriais, mas como a base técnica que permite relacionar medições de campo a um referencial oficial, homogêneo e compatível com tecnologias modernas de posicionamento.

O objetivo geral foi alcançado ao demonstrar que o SIRGAS2000 contribuiu para a padronização ao oferecer uma referência comum para levantamentos GNSS, topografia clássica, fotogrametria, cadastro territorial e projetos de engenharia. Os objetivos específicos também foram contemplados: apresentou-se a evolução dos referenciais brasileiros, descreveram-se as características técnicas do sistema, discutiu-se sua relação com GNSS e IBGE-PPP, analisaram-se normas e aplicações e identificaram-se os cuidados necessários para evitar inconsistências.

A revisão evidenciou que a Resolução IBGE nº 1/2005 instituiu o SIRGAS2000 como novo sistema de referência para o SGB e o SCN, enquanto a Resolução IBGE nº 1/2015 encerrou o período de transição e consolidou sua adoção exclusiva. Esse marco é fundamental para compreender por que os levantamentos atuais devem ser referenciados ao sistema oficial. Também se verificou que a existência de dados antigos em SAD 69, em Córrego Alegre ou em sistemas locais exige uma transformação cuidadosa, pois a simples alteração de parâmetros no software pode gerar erros.

Os estudos analisados indicam que serviços como o IBGE-PPP ampliam o acesso a coordenadas no sistema SIRGAS2000, mas exigem interpretação técnica. A precisão de um resultado depende do método, dos parâmetros de transformação, do tempo de observação, da qualidade dos dados e do controle realizado. Assim, a padronização pelo sistema oficial precisa ser acompanhada de boas práticas de levantamento, de processamento e de documentação.

No contexto de fundações e obras de terra, concluiu-se que o SIRGAS2000 contribuiu para a segurança e a eficiência ao permitir a integração de levantamentos planialtimétricos, sondagens, projetos, limites, modelos digitais de terreno e medições de obra. Em terraplenagem, isso ajuda no cálculo confiável de volumes; em fundações, auxilia na locação e na correlação com dados geotécnicos; em contenções e monitoramentos, favorece comparações temporais. A qualidade espacial da informação é parte da qualidade da obra.

Ano VII, v.1 2026 | **submissão: 23/05/2026** | **aceito: 26/05/2026** | **publicação: 29/05/2026**

Como ponto forte da pesquisa, destaca-se a articulação entre documentos oficiais, normas e artigos científicos nacionais. Como limitação, reconhece-se que não foi realizado estudo de campo. Para trabalhos futuros, sugere-se realizar uma comparação prática entre coordenadas obtidas por GNSS pós-processado, RTK e estação total em uma área de obra, avaliando as diferenças em SIRGAS2000 e os impactos nos volumes de terraplenagem ou na locação de fundações.

Conclui-se, finalmente, que o conhecimento sobre SIRGAS2000 deve fazer parte da formação e da atuação do engenheiro civil. A obra começa no terreno, mas este é interpretado por meio de coordenadas, cotas e referências. Quando essa base é padronizada, os projetos se tornam mais integrados, os levantamentos mais rastreáveis e as decisões mais seguras. O SIRGAS2000, portanto, é um elemento estratégico para a modernização e a confiabilidade dos levantamentos topográficos no Brasil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14166: Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BORGES, André Ferreira; TIMBÓ, Marcos Antonio; NERO, Marcelo Antonio; TEMBA, Plínio da Costa. Sistemas geodésicos de referência adotados no Brasil e a conversão de dados geográficos para o sistema oficial SIRGAS2000: transformações e avaliação de erros.

Revista Geografias, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 45–63, 2017. DOI:

10.35699/2237-549X..13414. Disponível em:

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13414>. Acesso em: 27 de maio de 2026.

BRASIL. Governo Federal. Obter coordenadas referenciadas ao SIRGAS2000. Brasília, DF: Governo Federal (2026). Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-coordenadas-referenciadas-ao-sirgas2000>. Acesso em: 27 maio de 2026.

FRANÇA, Rovane Marcos de; KLEIN, Ivandro; VEIGA, Luis Augusto Koenig. Densificação de

RRCM a baixo custo e sem erros de centragem. Revista Brasileira de Cartografia, Uberlândia, v. 76, p. 1-19, 2024. DOI: 10.14393/rbcv76n0a-69641. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/69641>. Acesso em: 27 maio de 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resolução do Presidente nº 1, de 25 de fevereiro de 2005. Estabelece o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, na sua realização de 2000, como novo sistema de referência geodésico para o SGB e o SCN. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_25fev2005.pdf. Acesso em: 27 maio de 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resolução da Presidência

Ano VII, v.1 2026 | **submissão: 23/05/2026** | **aceito: 26/05/2026** | **publicação: 29/05/2026**

nº 1, de 24 de fevereiro de 2015. Define a data de término do período de transição estabelecido na RPR 01/2005 e dá outras providências relativas à transformação entre os referenciais geodésicos adotados no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf. Acesso em: 27 maio de 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SIRGAS. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/sirgas.html>. Acesso em: 27 maio de 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeto Mudança do Referencial Geodésico - PMRG. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/sirgas/16691-projeto-mudanca-do-referencial-geodesico-pmrg.html>. Acesso em: 27 maio de 2026.

19

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro. Rio de Janeiro: IBGE,

2017.

Disponível

em:

https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/normas_levantamentos_geodesicos.pdf. Acesso em: 27 maio de 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Manual técnico para georreferenciamento de imóveis rurais. 2. ed. Brasília, DF: INCRA, 2022. Disponível em:

https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_geo_imoveis.pdf. Acesso em: 27 de maio de 2026.

MICHELS, Nicolas Berwanger; SILVA, Reginaldo Macedônio da; SOUZA, Sérgio Florêncio de.

Georreferenciamento de imóveis rurais: análise da área entre topografia, RTK e o sistema TM. Revista Brasileira de Geomática, Curitiba (2021). Disponível em:

<https://periodicos.utfrpr.edu.br/rbgeo/article/view/12734>. Acesso em: 27 maio de 2026.

NASCIMENTO, Lécio Alves; DAL POZ, William Rodrigo; FREITAS, Krisley Xavier Soares de. Avaliação dos novos parâmetros de transformação entre ITRF (IGS) e SIRGAS2000 no IBGE-PPP com análise de séries temporais. Revista Brasileira de Cartografia, Uberlândia, v. 73, n. 2, p. 435-452, 2021. DOI: 10.14393/rbcv73n2-57735. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/57735>. Acesso em: 27 maio de 2026.

20