

RECYT

Año 21 / N° 32 / 2019 / 76–81

Análisis ambiental preliminar y georreferenciamiento del río Mumbuca en Monte Carmelo – MG, Brasil

Preliminary environmental analysis and georeferencing of Mumbuca stream of Monte Carmelo – MG, Brazil

Análise ambiental preliminar e georreferenciamento do córrego Mumbuca em Monte Carmelo – MG, Brasil

Maria L. Bolanos Rojas^{1,*}, Raquel N. Fernandes Silva¹, Edmar Isaias de Melo²,
Jugurta Vieira Neto³, Gabriel Da Costa Resende³, Lucas França Máximo³

1- Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

2- Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química, Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

3- Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

* E-mail: marialyda@ufu.br

Resumen

Conocer el estado ambiental de las cuencas hidrográficas de forma precisa y correcta es fundamental para garantizar su preservación y calidad de vida de las poblaciones. La georreferenciación proporciona datos geográficamente definidos que representan la situación real de la localización del río estudiado. En este trabajo, se realizó la georreferenciación de la localización del Río Mumbuca, ubicado en el municipio de Monte Carmelo - MG, basado en levantamiento por métodos geodésicos. La construcción cartográfica del Río Mumbuca, generó un mapa con su localización, desde la naciente hasta la desembocadura, atravesando áreas rurales y urbanas del municipio. En las áreas urbanas se observó que medidas más incisivas, en relación a la planificación para preservar el río, como proteger la mata ciliar, retirar lanzamientos de aguas residuales sin tratamiento y residuos sólidos de las márgenes, deben ser puestas en práctica, permitiendo así que el Río Mumbuca continúe proporcionando agua segura para esta población.

Palabras clave: Georreferenciación; Cuenca hidrográfica; Recurso hídrico; Mapa; Planificación.

Abstract

Knowing the environmental state of the watershed accurately and correctly is fundamental to guarantee their preservation and the quality of life of the populations. Georeferencing provides geographically defined data that represent the actual situation of the river to be studied. In this paper, the georeferencing of the Mumbuca River, located in the city of Monte Carmelo - MG, was performed based on the survey by geodetic methods. The cartographic construction of the Mumbuca Stream resulted in a location map of the stream, from the source to the mouth, crossing part of the rural and urban area of the city. In the urban area, it was observed that more incisive measures in relation to planning for stream conservation, such as protection of riparian forest, withdrawal of untreated sewage and solid waste from the riverside, should be put into practice, thus allowing the Mumbuca Stream continues to provide safe water for this population.

Keywords: Georeferencing; Watershed; Water resources; Map; Planning.

Resumo

Conhecer o estado ambiental das bacias hidrográficas de forma precisa e correta é fundamental para garantir a sua preservação e a qualidade de vida das populações. O georreferenciamento fornece dados geograficamente definidos que representam a situação real do rio a ser estudado. Neste trabalho, realizou-se o georreferenciamento da localização do Córrego Mumbuca, localizado no município de Monte Carmelo – estado de Minas Gerais, com base no levantamento por métodos geodésicos. A construção cartográfica do Córrego Mumbuca, resultou em um mapa com a sua localização, desde a nascente até a foz, atravessando áreas rurais e urbanas do município. Na área urbana observou-se que medidas mais incisivas em relação ao planejamento para a conservação do córrego, como proteção da mata ciliar, retirada de lançamentos de esgoto sem tratamento e de resíduos sólidos

das margens, devem ser colocadas em prática, permitindo assim que o córrego Mumbuca continue fornecendo água (segura) para esta população.

Palavras-chave: Georreferenciamento; Bacia hidrográfica; Recurso hídrico; Mapa; Planejamento.

INTRODUÇÃO

Georreferenciamento é a atribuição de coordenadas a determinado objeto no espaço em relação a um Sistema Geodésico de Referência (SGR).

Este processo inicia-se com a obtenção das coordenadas dos pontos de detalhe que definem tal feição que posteriormente gerará um produto, que pode ser uma carta ou um mapa. Para obtenção destas coordenadas existem diferentes técnicas de mensuração dentre elas, a topografia, a fotogrametria, sensoriamento remoto, ou mesmo as técnicas de posicionamento geodésico.

O georreferenciamento da localização da bacia do Córrego Mumbuca, localizado no município de Monte Carmelo – Minas Gerais, Brasil, teve como principal objetivo auxiliar na construção da representação cartográfica do mesmo, dentro dos perímetros urbano e rural e auxiliar de forma qualitativa na avaliação preliminar da situação ambiental do córrego.

Para o levantamento de campo foram utilizados instrumentos e apoio dos técnicos do Laboratório de Topografia e Geodésia (LTGEO) do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, da Universidade Federal de Uberlândia Campus Monte Carmelo – Minas Gerais, Brasil. A continuação apresenta-se uma descrição dos sistemas de posicionamento geodésico mais utilizados.

Sistema Geodésico de Referência (SGR)

O SGR é definido sobre um elipsoide, este por sua vez materializado e densificado com origem no centro de massa da Terra para os sistemas geocêntricos ou em algum ponto na superfície de sistemas topocêntricos. Vale lembrar que se considera a materialização, como levantamentos realizados a priori da definição deste dado sistema, com o intuito de definir os parâmetros de origem, orientação e escala [1].

O SIRGAS 2000 é o sistema de referência utilizado em levantamentos em território nacional desde 2015, quando foi adotado como único sistema geodésico de referência oficial no Brasil [2].

Sistema Satélite de Navegação Global (GNSS)

O GNSS é um sistema de rádio navegação que tem como intuito determinar a posição, tridimensional, de um ponto qualquer sobre a superfície terrestre ou bem próxima a ela. A posição desejada é determinada a partir do método de trilateração. Neste método os resultados obtidos para as coordenadas, no ponto de interesse são ligados direta-

mente à qualidade da distância mensurada até o satélite e a coordenada do mesmo. Estas coordenadas estão ligadas ao tempo, e são calculadas por meio de informações contidas no arquivo de navegação enviado pelo satélite [3].

Os dados transmitidos pelo satélite ao usuário consistem nos sinais de tempo, efemérides transmitidas que por sua vez incidem nos componentes keplerianos de sua órbita e os códigos de navegação modelados sobre fase da onda portadora. Por meio destes dados e parâmetros são calculadas as coordenadas do satélite e a distância até o receptor GNSS implantado sobre o ponto de interesse. Onde as coordenadas do receptor são geradas a partir do processo de trilateração. Porém, para que isto seja feito se faz necessário de no mínimo quatro satélites, três para posicionamento x, y, z e um para determinar o tempo, visto que não há sincronismo entre o relógio do satélite e do receptor [4].

Entretanto, existem alguns erros que deterioram as observações que necessitam ser tratados, a fim de que a precisão do posicionamento não seja degradada. Dentre eles se encontram os erros devido ao relógio do satélite, órbitas, efeitos atmosféricos, erro do relógio do receptor e efeito do multicaminho. Portanto, o tratamento se faz necessário devido à impossibilidade de o modelo matemático (elipsoide de revolução) representar a realidade física com tamanha fidelidade. A maioria dos erros envolvidos pode ser minimizada no posicionamento relativo e através de técnicas de processamento [5].

Posicionamento absoluto

Segundo [6], o método de posicionamento absoluto caracteriza-se pelo uso de apenas uma antena receptora como apresentado na Figura 1 para a determinação de coordenadas obtidas no sistema de referência do GPS, WGS- 84 (World Geodetic System, 1984), que para fins de georreferenciamento podem ser tomadas como SIRGAS 2000.

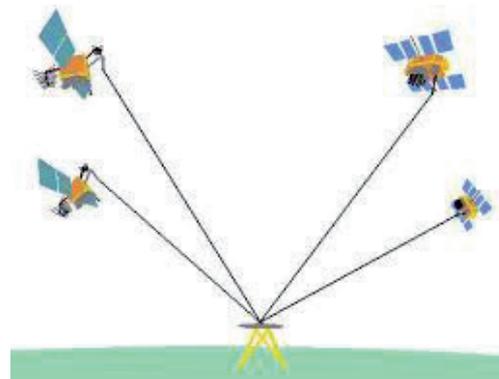


Figura 1: Princípio do posicionamento por ponto [7]. Posicionamento relativo

O princípio básico do posicionamento relativo é minimizar as fontes de erro por meio da diferença entre observações recebidas simultaneamente por receptores que ocupam dois ou mais pontos distintos no espaço. No posicionamento relativo, as coordenadas são determinadas em relação a um referencial materializado por meio de uma ou mais estações com coordenadas conhecidas. Neste caso, é necessário que pelo menos um par de receptores colem dados de, no mínimo, dois satélites simultaneamente, onde um dos receptores deve ocupar a estação com coordenadas conhecidas, denominada de estação de referência ou estação base como pode ser visto na Figura 2 [2].

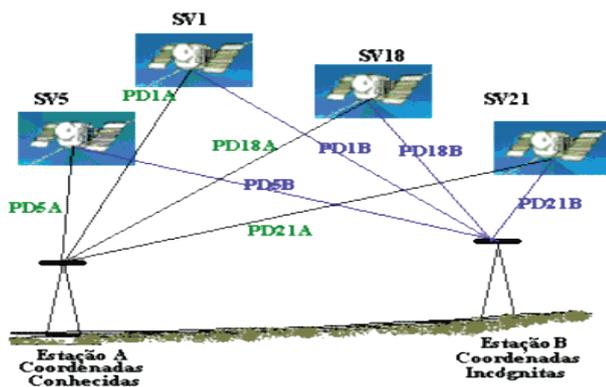


Figura 2: Princípio do Posicionamento Relativo [2].

De acordo com [2] dentre os métodos de posicionamento relativo se enquadram o posicionamento estático e cinemático. No estático como o próprio nome sugere, as coordenadas são determinadas com ambos receptores em repouso durante o levantamento; no cinemático o receptor sobre o ponto conhecido (Base) permanece em repouso enquanto que o receptor utilizado para determinar os pontos de interesse (Rover), se mantém em movimento.

Este tipo de levantamento tem como intuito alcançar maior precisão nas coordenadas obtidas para os pontos de interesse, já que conhecendo as coordenadas em que se encontra a base se calcula apenas o valor do deslocamento nas componentes da abscissa (x), da ordenada (y), da normal (z), sendo que os modelos matemáticos de correções para estes componentes são menos complexos do que os demais existentes [3].

Posicionamento relativo estático

No posicionamento relativo estático, tanto o receptor da estação referência (Base), quanto o receptor (Rover) da estação “n” com coordenadas a determinar, permanecem estacionários durante todo o levantamento. O tempo de espera varia de acordo com a linha de base (distância entre os receptores) e obstáculos físicos que interferem na recepção do sinal [3], como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Precisão do Posicionamento Relativo [2].

Linha de base	Tempo de observação	Precisão
00 - 05 km	05 - 10 min	5 - 10 mm + 1 ppm
05 - 10 km	10 - 15 min	5 - 10 mm + 1 ppm
10 - 20 km	10 - 30 min	5 - 10 mm + 1 ppm
20 - 50 km	02 - 03 hr	5 mm + 1 ppm
50 - 100 km	Mínimo 03 hr	5 mm + 1 ppm
> 100 km	Mínimo 04 hr	5 mm + 1 ppm

Posicionamento Relativo Cinemático

Segundo [2], apesar de menos preciso o posicionamento relativo cinemático é mais dinâmico e rápido, já que apenas o receptor da estação referência (Base) permanece estacionado, enquanto o receptor a determinar as coordenadas da feição de interesse (Rover) mantém-se em movimento, coletando pontos em intervalos de tempo ou distancia determinados pelo operador.

Posicionamento Relativo Cinemático em Tempo Real

O *Real Time Kinematic* configura-se como um método de posicionamento cinemático em tempo real, que doravante será utilizada a sigla RTK para sua identificação. Seu funcionamento é baseado no modo diferencial, onde as correções dos sinais dos satélites são transmitidas, em tempo real, da estação de referência (Base), para uma estação na qual se desejam determinar suas coordenadas (Rover), como apresentado na Figura 3. Normalmente as correções são transmitidas via rádio UHF aos receptores móveis, os quais são instalados juntamente com um receptor, em uma estação de coordenadas conhecidas [3].

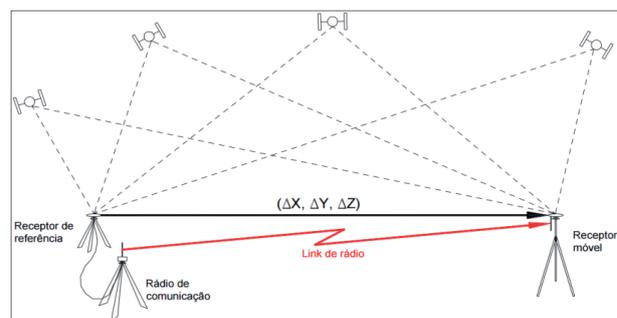


Figura 3: Posicionamento RTK. [8]

A coleta de coordenadas precisas em tempo real faz com que o RTK seja uma ótima opção na coleta de dados, porém o uso desta técnica em ambiente urbano, florestas e local de topografia acidentada é pouco viável, visto que estes ambientes apresentam variáveis que podem degradar o sinal do rádio e até mesmo a recepção de sinal de satélite, o que pode interferir na precisão das coordenadas coletadas [3].

Materiais e métodos

Foi realizada uma saída de campo para conhecer o local que seria levantado, e assim definir quais seriam os instrumentos e métodos utilizados para o georreferenciamento, durante a pesquisa.

Após análises das condições da localização e o percurso que o córrego realiza, foram escolhidos os métodos de posicionamento relativo estático e absoluto.

A metodologia seguida consistiu no levantamento dos pontos de detalhe do córrego Mumbuca, com o auxílio de receptores GNSS. O processamento destes pontos foi realizado em laboratório para finalmente gerar uma carta representativa do córrego dentro do município.

Na área urbana, na nascente e na foz, os pontos foram levantados pelo método de posicionamento relativo estático, visando um melhor detalhamento destas áreas, dado que este método é o que apresenta maior precisão.

Na zona rural utilizou-se o posicionamento absoluto cinemático, devido a que esta área está ocupada principalmente por mata ciliar e é em alguns pontos inacessível por terra. Esta técnica foi utilizada para levantar o trecho a montante da cidade de Monte Carmelo, já que não apresenta características de possível poluição, enquanto que o trecho a jusante do perímetro urbano da cidade de Monte Carmelo foi levantado por meio de sensoriamento remoto, visto que alguns pontos são inacessíveis, por terra e pelo córrego devido ao alto potencial de poluição da água. As observações no trecho de montante e no trecho de jusante foram avaliações preliminares e de forma qualitativa em visitas realizadas ao local de estudo, portanto, a quantificação do grau de poluição do Córrego, será objetivo de estudos posteriores.

Em campo foram utilizados três receptores da marca Astech modelos Promark 100, 200 e 500, sendo o último utilizado como *Base* e os demais como *Rover*. Também foi utilizado um Mobile Mapper de mesma marca utilizado para o posicionamento absoluto.

No laboratório LTGEO todos os dados coletados pelos receptores ProMark foram processados no *Software GNSS Solutions*, aplicativo disponibilizado pela Empresa Alezi Teodoline para a Universidade na compra dos receptores ProMark.

Estes pontos foram exportados para o Quantum GIS (QGIS), com o fim de servirem como base para representação do córrego dentro da carta, junto ao arquivo do tipo *Shape File* da malha municipal do estado de Minas Gerais para representação do município, paralelamente a imagem do *Google* foi importada para o QGIS, para criação do polígono representativo da cidade.

Resultados e discussão

Dentre os principais resultados, se encontra o mapa representativo do Córrego Mumbuca inserido dentro da cidade de Monte Carmelo, como apresentado na Figura 4.

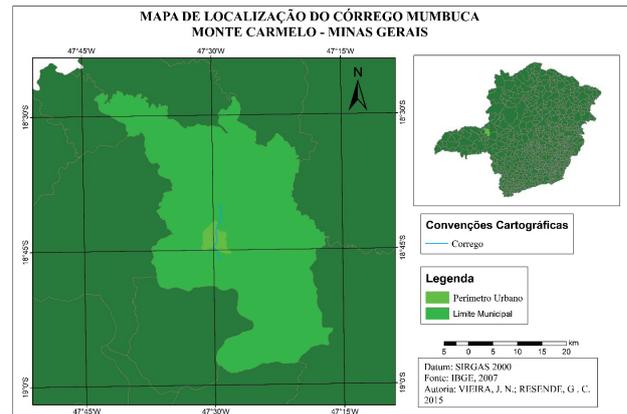


Figura 4: Mapa de localização do Córrego Mumbuca em Monte Carmelo – Minas Gerais, Brasil.

No relatório de processamento pode se notar que os pontos levantados estão dentro da precisão mínima (3,0 metros para limites naturais) dada pelo [8], para georreferenciamento no Manual Técnico de Posicionamento. Verificando assim, a postura coerente dos operadores com os instrumentos em campo para o método utilizado.

Estes pontos levantados podem servir de apoio para o monitoramento do Córrego Mumbuca, por profissionais da área sanitária e ambiental ou órgãos competentes, uma vez que estes pontos descarregados em um receptor de navegação servem para navegar até dado ponto de interesse. Pode ser utilizado também para o planejamento em torno do Córrego Mumbuca.

O mapa mostra que grande parte do Córrego Mumbuca se encontra dentro do perímetro urbano, indicando a possibilidade de ocorrência de lançamento de efluentes, ao longo do córrego, uma vez que a densidade demográfica e a quantidade de resíduos gerados na zona urbana é provavelmente maior do que na zona rural.

A observação anterior está fundamentada na identificação de lançamentos indevidos de esgoto ao longo do Córrego Mumbuca, cujos pontos foram registrados com fotografias, de acordo com a Figura 5.

Características típicas das águas residuárias como coloração, cheiro desagradável (similar a ovo podre) e formação de grande quantidade de espuma, permitem inferir de forma qualitativa, que o córrego em pontos localizados, aparentemente recebe contribuição indevida de águas residuárias sem tratamento, além de observar nas suas margens quantidade significativa de resíduos sólidos.

Visando, inicialmente uma análise preliminar e qualitativa, observou-se que a área urbana apresenta porcentagem de Área de Preservação Permanente (APP) remanescente aparentemente menor do que a área rural, a quantificação destas áreas serão objetivo de estudos posteriores.



Figura 5: Pontos identificados de lançamento indevido de esgoto ao longo do Córrego Mumbuca

Conclusões

Foi realizado o georreferenciamento da localização do Córrego Mumbuca, desde a nascente até a foz, atravessando áreas rurais e urbanas do município de Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil, gerando um mapa que auxilia na formulação de diretrizes para o planejamento da bacia do Córrego Mumbuca.

Durante o levantamento notou-se que o planejamento para a conservação do córrego, deve ser mais incisivo. Foram registrados vários lançamentos diretos da rede de esgoto ao longo do Córrego Mumbuca, o que mostra a urgência da construção de interceptores margeando o córrego para coleta desses efluentes.

Enquanto essa solução chega, recomenda-se que me-

das como educar ambientalmente a população visando a adoção de atitudes de não desperdício de água para gerar menos águas residuárias, recompor a mata ciliar do córrego em seu trajeto pela cidade, proteção de suas margens, não lavar calçadas e carros com mangueiras, não deixar torneiras abertas, evitar vazamentos, ajudaria a minimizar a poluição que pode impactar negativamente a qualidade da água do córrego.

Considerando que os dados coletados com os instrumentos geodésicos não foram suficientes para a análise da situação da bacia hidrográfica, sugere-se que estudos futuros sejam realizados com este objetivo.

Recomenda-se também para estudos posteriores a criação de cartas politêmáticas, uma vez que cruzando dados obtidos com o georreferenciamento e resultados de

análises físico-químicas da água do Córrego Mumbuca, será possível fazer uma análise espacial da real situação ambiental do Córrego Mumbuca.

Agradecimentos

Ao CNPQ pela confiança, sem a qual seria impossível a realização deste trabalho. Ao laboratório LTGEO - Laboratório de Topografia e Geodésia do Campus de Monte Carmelo e à Faculdade de Engenharia Civil – FECIV, da Universidade Federal de Uberlândia, pelo amparo tecnológico e estrutural para a realização deste trabalho. Ao DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto de Monte Carmelo – MG, pela colaboração com as informações fornecidas para guiar a equipe na localização da nascente e da foz do córrego, sem a qual demandaria de maior tempo para execução do georreferenciamento.

Bibliografia

1. **Dalazoana, R.** *Implicações na cartografia com a evolução do sistema geodésico brasileiro e futura adoção do SIRGAS*. 2001. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/home/wpcontent/uploads/2014/04/Dissertacao_Regiane.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2015.
2. **IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** *Geodésia - FAQ (Frequently Asked Questions - Perguntas Mais Frequentes)*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm>>. Acesso em: 24 jul. 2015.
3. **MONICO, J. F. G.** *Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações*. São Paulo: Unesp. 2008. 287p.
4. **TIMBÓ, M. A.** *Levantamento Através do Sistema GPS*. 2000. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Minas Gerais.
5. **POLEZEL, W. G. C.; SOUZA, E. M.; MONICO, J. F. G.** *Método de Posicionamento Relativo por Satélite GPS com Correção do Efeito do Multicaminho em Estações de Referência: Formulação Matemática, Resultados e Análises*. TEMA. Tendências em Matemática Aplicada e Computacional, v. 9, p. 133-142, 2008.
6. **KRUEGER, C.P.** *Posicionamento por Satélites*. Apostila do curso de especialização em geotecnologias. Universidade Federal do Paraná, 2006.
7. **IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** *Recomendações para levantamentos relativos estáticos*. Brasília: IBGE, 2008. 35 p. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/recom_gps_internet.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.
8. **INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.** *Manual Técnico de Posicionamento*. 2013. 1º edição. Disponível em: <https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_tecnico_posicionamento_1ed.pdf>. Acesso em 19 fev. 2015.

Recibido: 20/03/2019.

Aprobado: 12/08/2019.