

Darlei Anziliero

Coordenador de Serviços, Administrador,
Mestrando do PPGAGR - UFSM
Palmeira das Missões/RS

RESUMO

A prática de construção de terraços em nível é considerada uma importante técnica de conservação de solo. A erosão favorece a perda dos nutrientes e da matéria orgânica, além de resultar na contaminação da água. A perda de solo fértil pode ocorrer por erros na demarcação e construção de terraços através de ferramentas manuais rudimentares. Esse estudo tem como objetivo verificar o posicionamento dos terraços em nível demarcados através de mangueira de água, utilizando um VANT para fazer o levantamento altimétrico. O estudo mostra média de 95,8% e intervalo de confiança entre 93,7% e 97,9% de assertividade na tomada de decisão com levantamento altimétrico por VANT e média de 74,4% com intervalo de confiança entre 57,9% e 90,9% de erro na marcação de terraços por mangueira de nível.

Palavras-chave: precisão; automação; agricultura.

INTRODUÇÃO

Utilizando o veículo aéreo não tripulado (VANT) para fazer o plano altimétrico de uma área agrícola, pode-se melhorar a precisão dos dados e evitar problemas indesejados nas lavouras, através da tecnologia de sensoriamento remoto da agricultura 4.0 (BONGOMIN *et al.*, 2020), utilizando georreferenciamento por *Global Positioning System* (GPS) em um VANT e correção de sinal por *Real Time Kinematic* (RTK) com precisão de 5 cm (ICHIKAWA *et al.*, 2019), com melhorias em relação ao sistema tradicional de marcação para a construção de terraços agrícolas em nível, técnica importante para a conservação do ecossistema (DIAZ-VARELA *et al.*, 2014).

Evitar a erosão do solo em uma área agrícola é muito importante e a construção de terraços pode ajudar nesse aspecto. Nesse cenário, fazer a tomada de decisão através de um modelo digital de elevação (MDE) com o uso de um VANT pode contribuir na precisão (CHIDI *et al.*, 2021), com isso, o produtor rural tem o auxílio da tecnologia na tomada de decisão de forma eficiente e assertiva (SCHUT *et al.*, 2018).

A produção agrícola sofre anualmente com o aumento na perda de solos, devido ao escoamento superficial de sedimentos, decorrentes das

intensas precipitações nas lavouras, provocando a desestruturação de parte do perfil do solo e promovendo a perda dos nutrientes e da matéria orgânica presentes no mesmo. Diante disso, ocorre a alteração da morfologia da área de plantio promovida pelas ações das intensas chuvas, além de contaminar as bacias hidrográficas. O sistema de plantio direto minimiza este problema, mas dependendo da quantidade de palha, inclinação do terreno e precipitação o uso de terraços é o principal método utilizado para conter a erosão. (DAI et al., 2020; WEI et al., 2017).

O entendimento do ciclo de construção de terraços é importante para a conservação do solo. Nesse contexto, destaca-se a importância de uma pesquisa sobre o emprego da tecnologia de georreferenciamento na execução dessa prática (SLÁMOVÁ et al., 2017). Além disso, a construção de terraços em nível é considerada uma prática agrícola que visa auxiliar no sistema plantio direto, para manter a cobertura do solo e evitar a erosão, reduzindo o transporte de sedimentos em 79% (LONDERO et al., 2017).

O veículo aéreo não tripulado, daqui para frente indicado apenas como VANT, é cada vez mais frequente na vida das pessoas e cada vez mais é discutido em estudo de pesquisadores e cientistas para encontrar novas formas de uso e técnicas de aplicação. Esse estudo tem como objetivo verificar o posicionamento dos terraços em nível demarcados através de mangueira de nível (GONÇALVES et al., 2021), utilizando um VANT para fazer o levantamento altimétrico com dados primários. Na coleta de dados secundários, foi feito a validação para tomada de decisão dos dados primários utilizando o Método Delphi

Pesquisas na área de automação das práticas agrícolas são importantes para o entendimento, contribuição e desenvolvimento da tecnologia, e para a melhoria dos processos e técnicas que evitam problemas que podem causar perdas de produtividade das culturas e prejuízos para os agricultores.

O artigo está estruturado em sete seções, além desta introdução. Na segunda seção, são apresentados o material e métodos, na terceira os resultados, na quarta seção as discussões, na quinta seção, são apresentadas as conclusões, na sexta seção, os agradecimentos, e por fim, na sétima seção, as referências bibliográficas.

MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Klerkx, Jakku e Labarthe (2019), uma pesquisa de agricultura digital deve ser feita de maneira interdisciplinar para que seja possível analisar os impactos das inovações digitais no contexto que elas estão sendo utilizadas na prática, se tornando uma excelente oportunidade empírica de demonstrar os benefícios dessas tecnologias. Nesse contexto, destaca-se que a tomada de decisão para um problema complexo muitas vezes é feita com uma solução mais simples de fácil compreensão, sem uma análise criteriosa a respeito da efetividade dessa determinada ação (SIMON, 1957).

Estudo de caso

A coleta de dados primários da pesquisa foi realizada através de um estudo de caso único e típico, no contexto de agricultura empresarial em uma propriedade de 289,4 ha, com coleta de dados empíricos na tentativa de identificar o posicionamento dos terraços preexistentes demarcados através da forma tradicional com mangueira de nível, utilizando a tecnologia de sensoriamento remoto por VANT.

A pesquisa foi realizada através de um estudo de caso em apenas uma fazenda, por isso é considerado do tipo único. Como a marcação de terraços com mangueira de nível é um método tradicional (GONÇALVES *et al.*, 2021), o estudo de caso é considerado típico e no contexto de agricultura empresarial em uma propriedade de 289,4 hectares.

A natureza do estudo de caso tem um approach qualitativo com coleta de dados primários georreferenciados por um VANT na tentativa de identificar o posicionamento dos terraços preexistente na área, demarcados da forma rudimentar.

De acordo com Yin (2015), o estudo de caso pode ser usado para explicar como e porque ocorre um fato e para verificar se uma inovação apresenta resultado quando aplicada ao ambiente natural. O autor relata ainda que o estudo de caso é indicado para pesquisas com poucos estudos. A validade externa, ou seja, a possibilidade de generalização de um estudo de caso é possível em uma coleta de dados com uma significativa gama de atributos empíricos (KENNEDY, 1979).

O estudo de caso foi conduzido através de coleta de dados relacionados aos aspectos de Stake (2000), que relata aplicações para esse método de pesquisa em relação a natureza, histórico e contexto econômico do caso. A pesquisa é considerada representativa por se tratar de uma coleta de dados em agricultura empresarial. Foi determinado o período de coleta de dados da safra de 2020, onde foi realizado o monitoramento georreferenciado com VANT da propriedade rural.

As fontes de evidências comprobatórias e empíricas foram coletadas através de registros em arquivos extraídos do software de mapeamento, e observação direta na empresa localizada no município de Vera- MT na Latitude 12°09'27.1"S e Longitude 55°13'25.7"W.

As imagens georreferenciadas foram coletadas através de um VANT modelo Remotely-Piloted Aircraft (RPA) de asa fixa com câmera Red, Green and Blue (RGB), posicionamento por *Global Positioning System* (GPS) e correção de sinal por *Real Time Kinematic* (RTK) com precisão de 5 cm, fazendo o sensoriamento remoto na altitude de 250 metros. As imagens georreferenciadas da área foram posteriormente tratadas na plataforma on line Bem Agro, que faz o processamento inteligente das imagens utilizando inteligência artificial e visão computacional. Após o tratamento das imagens, foi feito a suavização das curvas de nível (cotas) no software AgroCAD, deixando apropriada para a utilização na construção dos terraços.

Para a avaliação da qualidade posicional dos terraços preexistentes na área com o MDE, foi analisado o posicionamento dos terraços em relação ao nível do terreno e a questão de melhoria da gestão com a utilização do VANT para executar a altimetria para a instalação de terraços em nível (CHIDI *et al.*, 2021).

Método Delphi

A partir do modelo proposto por Devaney and Henschion (2018), foi feito a validação dos dados primários com grupo seletivo de especialistas na área de agricultura digital que estão familiarizados com as tecnologias. O Método Delphi utiliza de 5 a 10 especialistas em um determinado assunto, distribuídos geograficamente no país (tabela 1), para apresentar um parecer através de um intercâmbio de argumentos, e após as perguntas obter um resultado qualitativo sobre o tema (TOPPINEN, *et al.*, 2017).

Preparação e lançamento de questionários

Foi enviado um questionário por e-mail com os participantes em cópia oculta, com duas perguntas, solicitando para os especialistas se posicionarem referente a apresentação da figura 1 e 2. Na primeira pergunta, foi solicitado a assertividade na tomada de decisão em porcentagem, de 0% a 100%, referente ao plano altimétrico realizado com VANT apresentando na figura 1. Na segunda pergunta, foi solicitado a porcentagem de erro na instalação das curvas em nível preexistentes na área mapeada em relação ao plano altimétrico feito com VANT.

Especialistas da pesquisa

É importante destacar que os especialistas não tiveram acesso aos outros participantes, para assim, evitar o efeito manada, dessa forma, evitando as mesmas respostas de todos os participantes. Foram escolhidos especialistas de alto gabarito, que tem atuação no mercado de VANT, distribuídos geograficamente pelos estados brasileiros conforme a tabela 1.

Tabela 1. Localização geográfica dos especialistas da pesquisa.
Table 1. Geographic location of survey specialists.

| Especialistas | Local |
|-----------------|-------------------------|
| Especialista 1 | Palmeira das Missões-RS |
| Especialista 2 | Curitiba-PR |
| Especialista 3 | Posses-GO |
| Especialista 4 | Água Boa-MT |
| Especialista 5 | Balsas-MA |
| Especialista 6 | Ribeirão Preto-SP |
| Especialista 7 | Palmas-TO |
| Especialista 8 | Ribeirão Preto-SP |
| Especialista 9 | Campos Novos-SC |
| Especialista 10 | Ribeirão Preto-SP |

Fonte: produção própria

A escolha dos especialistas foi feita de maneira diversificada, atingindo todos os elos da cadeia, antes da porteira, dentro da porteira e depois da porteira, com profissionais da indústria, comércio, serviços e fazendas.

O Método Delphi é capaz de identificar o nível de assertividade para a tomada de decisão dos dados primários. Após a coleta dos dados, foi utilizado a metodologia estatística descritiva qualitativa, calculando a média e o intervalo de confiança com as respostas dos especialistas.

RESULTADOS

O levantamento topográfico para a instalação de terraços feito manualmente pode apresentar diversos erros, pois é considerado uma técnica rudimentar, suscetível a erros na tabulação dos dados e alto custo operacional na execução do levantamento de nível do solo (SUH; CHOI, 2017). Nesse contexto, ao empregar o sensoriamento remoto por VANT para fazer o plano altimétrico de uma área agrícola, a precisão, rapidez e o baixo custo são observados (BERETTA *et al.*, 2018), sendo possível fazer a coleta de dados empíricos para a elaboração do modelo digital de elevação (MDE) (HASHEMI-BENI *et al.*, 2018).

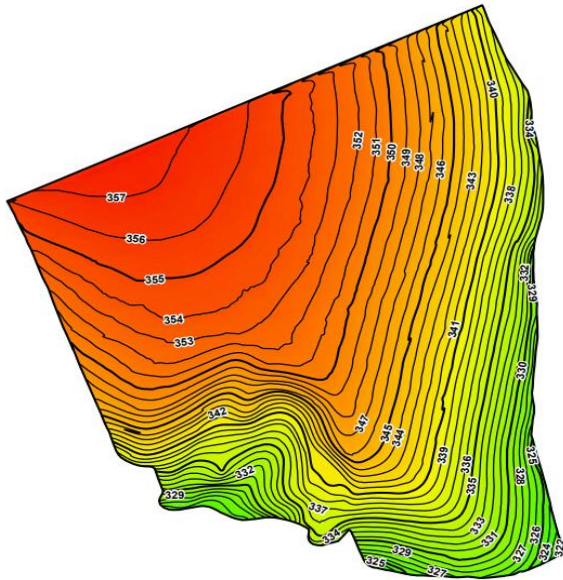


Figura 1: Modelo digital de elevação (MDE) com definição de cotas em nível. Fonte: produção própria, 2020.

Figure 1: Digital Elevation Model (DEM) with definition of level dimensions.

Na figura 1, foi realizado um levantamento altimétrico com um VANT modelo Remotely-Piloted Aircraft (RPA) de asa fixa com câmera Red, Green and Blue (RGB), posicionamento por *Global Positioning System* (GPS) e correção de sinal por *Real Time Kinematic* (RTK) com precisão de 5 cm, fazendo o sensoriamento remoto na altitude de 250 metros.

As linhas em nível, também conhecidas como cotas, indicam a declividade do terreno, onde é possível identificar se o relevo é íngreme, acidentado, plano ou montanhoso. Após a execução do modelo digital de elevação (MDE) com definição de cotas em nível, é possível identificar a elevação e os locais por onde a água irá escorrer, da maior cota (358) para o menor nível do terreno (321), ou seja, ela sempre irá procurar a cota altimétrica mais baixa (VALÁT *et al.*, 2017).

Parâmetros de elevação no terreno são observados no modelo digital de elevação (MDE) para identificar objetos ou ondulações, sendo possível destacar nas imagens os terraços preexistentes na área (figura 2) que está sendo mapeada (MOKARRAM; HOJATI, 2017), podendo ser chamado também de modelo digital de terreno (MDT), apresenta uma extração de parâmetros para ser criado o mapa do relevo das áreas agrícolas, sendo

possível identificar a topografia e a maneira que a água será escoada de acordo com a declividade (SAURA et al., 2019).

Os estudos demonstraram que a combinação de aquisição de imagem com VANT fornece uma técnica eficiente e de baixo custo para produzir dados topográficos em altas resoluções espaciais (GONÇALVES; HENRIQUES, 2015). A sobreposição é de importância fundamental para a produção de modelos de superfície digital de alta resolução espacial (DSM) e de alta qualidade. Nos últimos anos, alguns softwares avançados de planejamento de missão permitem que o VANT adquira imagens com a mesma resolução espacial, seguindo a morfologia do terreno. Isso é especialmente eficaz em casos com grandes variações na elevação do terreno (LI et al., 2019). Além do mapeamento do relevo, as imagens do VANT também podem ser usadas para medir as mudanças topográficas associadas às alterações do relevo, (LI et al., 2019).

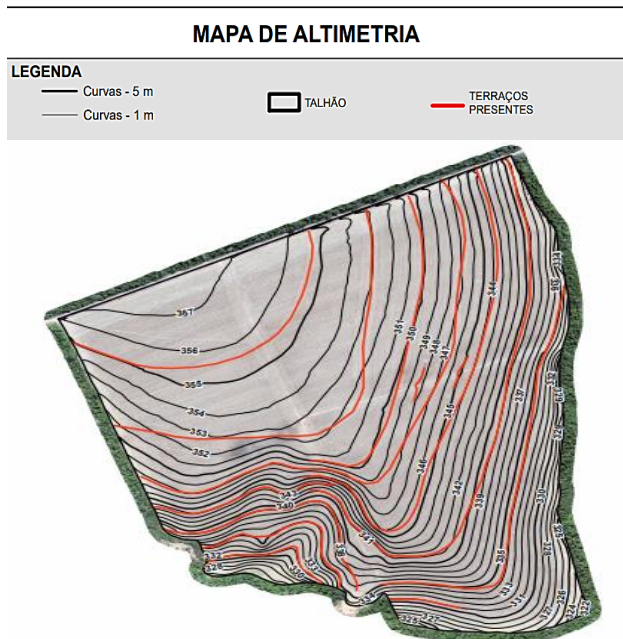


Figura 2: Identificação dos terraços preexistentes na área. Fonte: produção própria, 2020.

Figure 2: Identification of preexisting terraces in the area.

Na figura 2, foi possível identificar 10 terraços preexistentes na área que foram traçados utilizando a mangueira de nível como ferramenta de marcação e levantamento topográfico para mapeamento de nível e identificação das cotas para traçar os locais de construção dos terraços (GONÇALVES et al., 2021). Conforme a figura 2, é possível analisar que os terraços estão fora de nível em uma proporção considerável em relação ao

plano altimétrico através da avaliação da qualidade posicional (CHIDI *et al.*, 2021), ou seja, isto resulta em aumento de transporte de sedimentos, desestruturação de parte do perfil do solo, promovendo a perda dos nutrientes e da matéria orgânica presentes no mesmo, que irão ser depositados em grande parte nas bacias hidrográficas contaminando-as. Além de aumentar os problemas erosivos pode ocorrer o rompimento dos terraços o que pode agravar ainda mais os problemas já citados ao longo do estudo (DAI *et al.*, 2020; LONDERO *et al.*, 2017) Estes dados, também podem ser de extrema importância na tomada de decisão, uma vez que se pode evitar o rompimento destes terraços, conforme visualização prévia e tomada de decisões (KROESE *et al.*, 2020). Além disso, na figura 2, é possível observar a falta de precisão da marcação manual da qual é muito susceptível a erro, pois os dados são coletados de maneira manual por operação em solo (SUH; CHOI, 2017).

Tabela 2. Localização geográfica dos especialistas da pesquisa.

Table 2. Geographic location of survey specialists.

| Especialistas | Pergunta 1 | Pergunta 2 |
|---------------------|------------|------------|
| Especialista 1 | 90 | 70 |
| Especialista 2 | 95 | 90 |
| Especialista 3 | 98 | 89 |
| Especialista 4 | 100 | 50 |
| Especialista 5 | 95 | 90 |
| Especialista 6 | 95 | 50 |
| Especialista 7 | 100 | 90 |
| Especialista 8 | 95 | 95 |
| Especialista 9 | 95 | 90 |
| Especialista 10 | 95 | 30 |
| Média | 95,8 | 74,4 |
| Desvio padrão | 2,94 | 23,08 |
| N. de dados | 10 | 10 |
| Graus de liberdade | 9 | 9 |
| Intervalo confiança | 95% | 95% |
| Nível confiança | 5% | 5% |
| Distribuição T | 2,2621572 | 2,2621572 |
| Limite superior | 97,9% | 90,9% |
| Limite inferior | 93,7% | 57,9% |

Fonte: produção própria.

Na tabela 2, é possível verificar o posicionamento dos especialistas referente a pergunta 1 da pesquisa, com média de 95,8% e intervalo de confiança entre 93,7% e 97,9% de assertividade na tomada de decisão com levantamento altimétrico por VANT. Para a pergunta 2, os especialistas analisaram o erro ocasionado por trabalho manual com ferramentas rudimentares, onde foi identificado média de 74,4% com intervalo de confiança entre 57,9% e 90,9% de erro na marcação de terraços por mangueira de nível.

DISCUSSÃO

Ao longo das últimas décadas, a terra tornou-se um recurso cada vez mais escasso, estabelecendo limites para a produção agrícola. Com as mudanças climáticas, o uso eficiente da água passou a ser essencial na ótica produtiva. Além disso, o trabalho tem diminuído nas áreas rurais em razão da intensidade da urbanização. Portanto, a incorporação de tecnologia na moderna agricultura mostra-se crucial para os ganhos de produtividade e para o progresso sustentável (CHIDI *et al.*, 2021).

Na África, cerca de 75% dos sedimentos depositados na bacia hidrográfica das propriedades rurais são provenientes das terras agrícolas, ocorrendo a perda de matéria orgânica e solo fértil. Nesse cenário, a gestão da erosão nas áreas rurais tem importância significativa para a conservação dos recursos naturais, pois o assoreamento dos rios prejudica a qualidade da água e dificulta a utilização para consumo (KROESE *et al.*, 2020). No caso da China, mais de 70% de suas terras são compostas de montanhas e colinas, sendo os terraços agrícolas a principal prática de conservação da terra que sustentam a principal produção agrícola nessas áreas. Além disso, os terraços desempenham um papel importante na redução do escoamento das enchentes, conservando a água, solo e fertilizantes (WEI *et al.*, 2017).

Um dos grandes problemas enfrentados na agricultura é a erosão hídrica, que compõem a principal forma de degradação dos solos agrícolas. Isso se deve a ocorrência frequente de chuvas intensas associadas ao manejo inadequado do solo que permitem impacto direto da água sobre o terreno e pelo excessivo escoamento superficial (ZHANG *et al.*, 2019). No entanto a erosão hídrica pode ser reduzida por manejo adequado dos restos culturais, devido a manutenção da cobertura vegetal pelos resíduos sobre a superfície do solo. Porém, nem sempre o manejo cultural é suficiente para a redução da erosão. Nesses casos é necessário usar práticas mecânicas no controle da erosão como, por exemplo, os terraços agrícolas (DAI *et al.*, 2020).

O terraço agrícola em nível é uma prática mecânica de controle da erosão mais difundida entre os agricultores brasileiros, e consiste na construção de estruturas transversais ao sentido do maior declive do terreno. Apresenta estrutura composta de um dique e um canal e tem a finalidade de reter e infiltrar a água das chuvas, ou escoá-las lentamente (ACKERMANN *et al.*, 2019).

Dentre umas das maneiras de fazer a marcação dos terraços destaca-se as curvas de nível que podem ser locadas em campo com uso de instrumentos rudimentares ou com aparelhos de precisão. Um dos processos tradicionais muito utilizado é a marcação de terraços por mangueira de nível (GONÇALVES *et al.*, 2021).

Esta técnica de marcação de curva de nível com mangueira é muito difundida no Brasil, porém o avanço tecnológico no que tange aos computadores, câmeras aéreas, sistemas de navegação e aos processos de gravação e de impressão, alteraram por completo a forma de aquisição de dados, o seu processamento e representação. Essa evolução tecnológica ocorre devido a necessidade de reduzir o tempo e o custo dos processos de aquisição de dados, fazendo surgir sistemas de aquisição de imagens alternativos aos tradicionais. Nesse contexto, o VANT é sinônimo de uma nova revolução nos levantamentos aéreos (DEFFONTAINES *et al.*, 2016).

A inovação é fundamental para que seja possível alcançar a melhoria contínua de uma prática, com a possibilidade de evitar problemas indesejados. As inovações geralmente são empregadas de forma lenta e gradativa e observa-se a necessidade de difundir as tecnologias para que sejam empregadas mais rapidamente, assim, evitando impactos negativos (ROGERS, 1995).

A intensificação das práticas agrícolas é o caminho para melhorar o desempenho produtivo das culturas através de técnicas de manejo inovadoras com o objetivo de reduzir os erros e melhorar a sustentabilidade (SCHUT *et al.*, 2018). Além disso as conquistas no processamento de imagens com o sensoriamento remoto têm promovido o desenvolvimento de algoritmos sofisticados de uso de imagens aéreas, como a classificação de relevo, que é uma das formas eficazes de monitoramento dinâmico das mudanças no uso do solo, fator este de grande relevância ambiental (WEI *et al.*, 2017).

O uso de VANT para realizar o sensoriamento remoto de uma área agrícola faz parte da agricultura 4.0, combinando a coleta de dados e o processamento via tecnologia de informação e comunicação (ICT). É considerado uma tecnologia disruptiva, mas ainda está em fase inicial com poucas aplicações nas áreas agrícolas. Observa-se a necessidade de manter pesquisas constantes nesse setor para aumentar a aplicação e difundir a tecnologia de sensoriamento remoto para mais áreas agrícolas (BONGOMIN *et al.*, 2020).

O desenvolvimento de novas tecnologias para levantamentos topográficos de maneira digital tem sido incorporado no campo, mas algumas tecnologias são de alto custo e podem causar acidentes, no caso de relevos acidentados. Nesse contexto, as imagens espaciais coletadas por VANT são uma alternativa de baixo custo, maior precisão em relação a imagens de satélite e mais rápida em relação a técnicas manuais (AGÜERA-VEGA *et al.*, 2018).

Levantamentos altimétricos espaciais quando comparados com modelos tradicionais podem representar um ganho potencial na precisão da

coleta de dados no levantamento de nível georreferenciado, melhorando a fidedignidade das informações coletadas por sensoriamento remoto executado por VANT com precisão de 5cm, melhorando estatisticamente a previsão do fluxo da água de maneira confiável (BANDINI *et al.*, 2017).

Por tanto, a precisão é importante no sensoriamento remoto, e a tecnologia é capaz de entregar essa qualidade dos dados coletados. Além de tudo isso, temos o alto custo das operações em solo, quando comparado com as operações aéreas por VANT (RAHMAN; DI, 2016).

A fotogrametria aérea tem menor custo em relação aos sistemas tradicionais de cálculo altimétrico na topografia. Utilizando essa técnica moderna de sensoriamento remoto com VANT, a aquisição e o processamento dos dados são feitos de forma simples, rápida e precisa, demonstrado que a técnica apresenta resultados promissores na execução da modelagem topográfica de uma área (BERETTA *et al.*, 2018).

Levantamentos topográficos feitos manualmente podem gerar resultados incompletos, possuem erros de dados e uma série de limitações por deficiências na acessibilidade e coleta manual, o que torna a fotogrametria espacial muito mais precisa, segura com acurácia de 5 cm, podendo superar essas limitações, através de levantamento fotogramétricas de alta resolução com VANT (SUH; CHOI, 2017).

CONCLUSÕES

O presente estudo com levantamento topográfico com uso de um VANT, demonstra que o agricultor tem dados para a tomada de decisão de maneira assertiva, além da facilidade de utilização dos dados no piloto automático do trator para efetuar a construção dos terraços em nível. O estudo mostra média de 95,8% e intervalo de confiança entre 93,7% e 97,9% de assertividade na tomada de decisão com levantamento altimétrico por VANT e 74,4% com intervalo de confiança entre 57,9% e 90,9% de erro na marcação de terraços por mangueira de nível.

Para uma próxima pesquisa, destaca-se a importância de dois estudos, a comparação dos resultados do levantamento altimétrico do VANT com outros métodos de marcação manual de construção de terraços em nível e o levantamento altimétrico das áreas vizinhas para verificar o fluxo de águas entrantes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, Oren *et al.* Agricultural systems and terrace pattern distribution and preservation along climatic gradient: from sub-humid

mediterranean to arid conditions. **Quaternary International**, [S.L.], v. 502, p. 319-326, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2018.09.032>.

AGÜERA-VEGA, Francisco *et al.* Reconstruction of extreme topography from UAV structure from motion photogrammetry. **Measurement**, [S.L.], v. 121, p. 127-138, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2018.02.062>.

BANDINI, Filippo *et al.* Water level observations from unmanned aerial vehicles for improving estimates of surface water-groundwater interaction. **Hydrological Processes**, [S.L.], v. 31, n. 24, p. 4371-4383, 6 nov. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.11366>.

BERETTA, Filipe *et al.* Topographic modelling using UAVs compared with traditional survey methods in mining. **Rem - International Engineering Journal**, [S.L.], v. 71, n. 3, p. 463-470, jul. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0370-44672017710074>.

BONGOMIN, Ocident *et al.* Industry 4.0 Disruption and Its Neologisms in Major Industrial Sectors: a state of the art. **Journal Of Engineering**, [S.L.], v. 2020, p. 1-45, 10 out. 2020. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2020/8090521>.

CHIDI, Chhabi Lal *et al.* Sensitivity Assessment of Spatial Resolution Difference in DEM for Soil Erosion Estimation Based on UAV Observations: an experiment on agriculture terraces in the middle hill of nepal. **Isprs International Journal Of Geo-Information**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 28, 13 jan. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi10010028>.

DAI, W., NA, J., HUANG, N., HU, G., YANG, X., TANG, G. LI, F. Detecção integrada de bordas e análise de terreno para delineamento de terraços agrícolas a partir de imagens de sensoriamento remoto. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 34, n. 3, pág. 484-503, 2020. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1650363>.

DEFFONTAINES, Benoît *et al.* Active interseismic shallow deformation of the Pingting terraces (Longitudinal Valley – Eastern Taiwan) from UAV high-resolution topographic data combined with InSAR time series. **Geomatics, Natural Hazards And Risk**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 120-136, 25 jul. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2016.1181678>.

DIAZ-VARELA, R. A. *et al.* Automatic identification of agricultural terraces through object-oriented analysis of very high resolution DSMs and multispectral imagery obtained from an unmanned aerial vehicle. **Elsevier Bv**:

Journal of Environmental Management, [s. l.], v. 134, p. 117-126, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.01.006>.

ECKERT, S., GHEBREMICAEL, ST, HURNI, H., & KOHLER, T. Identificação e classificação de medidas estruturais de conservação do solo com base em dados de satélite estéreo de altíssima resolução. **Journal of Environmental Management**, v. 193, p. 592-606, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.02.061>.

GONÇALVES, Dalila da Costa *et al.* Recuperação de área degradada para cultivo de café arábica na região de montanhas do espírito santo. **Agroecologia: Métodos e Técnicas Para Uma Agricultura Sustentável - Volume 2**, [S.L.], p. 158-181, 2021. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/210102715>.

GONÇALVES, JA; HENRIQUES, R. Fotogrametria UAV para monitoramento topográfico de áreas costeiras. ISPRS J. **Photogramm. Remote Sens.**, 104, 101-111. **2015**. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.02.009>.

HASHEMI-BENI, Leila *et al.* Challenges and Opportunities for UAV-Based Digital Elevation Model Generation for Flood-Risk Management: a case of princeville, north carolina. **Sensors**, [S.L.], v. 18, n. 11, p. 1-14, 9 nov. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s18113843>.

ICHIKAWA, Kaoru *et al.* Low-Cost GNSS-R Altimetry on a UAV for Water-Level Measurements at Arbitrary Times and Locations. **Sensors**, [S.L.], v. 19, n. 5, p. 2-11, 26 fev. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s19050998>.

KENNEDY, M. M. Generalizing from Single Case Studies. **Evaluation Quarterly**, Vol. 3, No. 4, p. 661-678, 1979.

KLERKX, Laurens; JAKKU, Emma; LABARTHE, Pierre. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: new contributions and a future research agenda. **Njas - Wageningen Journal Of Life Sciences**, [S.L.], v. 90-91, p. 1-16, dez. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.

KROESE, Jaqueline Stenfert *et al.* Agricultural land is the main source of stream sediments after conversion of an African montane forest. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-15, 9 set. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-71924-9>.

LI, H., CHEN, L., WANG, Z., & YU, Z. Mapping of river terraces with low-cost UAS based structure-from-motion photogrammetry in a complex terrain setting. **Remote Sensing**, v. 11, n. 4, p. 464, 2019. <https://doi.org/10.3390/rs11040464>.

LONDERO, Ana L. *et al.* Impact of broad-based terraces on water and sediment losses in no-till (paired zero-order) catchments in southern Brazil. **Journal Of Soils And Sediments**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 1159-1175, 17 dez. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11368-017-1894-y>.

MOKARRAM, Marzieh; HOJATI, Majid. Morphometric analysis of stream as one of resources for agricultural lands irrigation using high spatial resolution of digital elevation model (DEM). **Computers And Electronics In Agriculture**, [S.L.], v. 142, p. 190-200, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.001>.

RAHMAN, Md. Shahinoor; DI, Liping. The state of the art of spaceborne remote sensing in flood management. **Natural Hazards**, [S.L.], v. 85, n. 2, p. 1223-1248, 8 out. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-016-2601-9>.

ROGERS, Everett M.. Diffusion of Innovations: modifications of a model for telecommunications. **Die Diffusion von Innovationen In Der Telekommunikation**, [S.L.], p. 25-38, 1995. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-79868-9_2.

SAURA, Jose Ramon *et al.* Mapping multispectral Digital Images using a Cloud Computing software: applications from uav images. **Heliyon**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 1-10, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01277>.

SCHUT, Antonius G.T. *et al.* Assessing yield and fertilizer response in heterogeneous smallholder fields with UAVs and satellites. **Field Crops Research**, [S.L.], v. 221, p. 98-107, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.018>.

SIMON, Herbert. A behavioral model of rational choice, in models of man, social and rational: mathematical essays on rational human behavior in a social setting. **New York: Wiley**, 1957.

SLÁMOVÁ, Martina *et al.* Environmental factors influencing the distribution of agricultural terraces: case study of horný tisovník, slovakia. **Moravian Geographical Reports**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 34-45, 1 mar. 2017. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/mgr-2017-0004>.

STAKE. R. E. Case studies. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (ed.) **Handbook of qualitative research**. London: Sage, 2000. p. 435-454.

SUH, Jangwon; CHOI, Yosoon. Mapping hazardous mining-induced sinkhole subsidence using unmanned aerial vehicle (drone)

photogrammetry. **Environmental Earth Sciences**, [S.L.], v. 76, n. 4, p. 1-12, fev. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-017-6458-3>.

TOPPINEN, Anne et al. The European pulp and paper industry in transition to a bio-economy: A Delphi study. **Futures**, v. 88, p. 1-14, 2017.

VALÁT, Radim *et al.* Combining reflectance spectroscopy and the digital elevation model for soil oxidizable carbon estimation. **Geoderma**, [S.L.], v. 303, p. 133-142, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.05.018>.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; FISHLOW, Albert. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. 2017.

WEI, Z., HAN, Y., LI, M., YANG, K., YANG, Y., LUO, Y., & ONG, S. H. A small UAV based multi-temporal image registration for dynamic agricultural terrace monitoring. **Remote Sensing**, v. 9, n. 9, p. 904, 2017. <https://doi.org/10.3390/rs9090904>.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** [recurso eletrônico] / Robert K. Yin; [tradução: Cristhian Matheus Herrera]. – 5. ed – Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZENG, Chen et al. A new tilt-arm transitioning unmanned aerial vehicle: introduction and conceptual design. **Aerospace Science and Technology**, [S.L.], v. 99, p. 1-15, abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ast.2020.105755>.

ZHANG, Yongxun *et al.* Why are the Longji Terraces in Southwest China maintained well? A conservation mechanism for agricultural landscapes based on agricultural multi-functions developed by multi-stakeholders. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 85, p. 42-51, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.046>.