



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

KAYO ALEXANDRE HOLANDA PEQUENO

**UTILIZAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) COMO
FERRAMENTA DE APOIO PARA FINS DE RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA:
ESTUDO DE CASO EM IRACEMA-CE**

PAU DOS FERROS

2026

KAYO ALEXANDRE HOLANDA PEQUENO

**UTILIZAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) COMO
FERRAMENTA DE APOIO PARA FINS DE RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA:
ESTUDO DE CASO EM IRACEMA-CE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Daniela de Freitas Lima,
Profa. Dra.

Co-orientador: Vinicius Navarro Varela
Tinoco

PAU DOS FERROS

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P349u Pequeno, Kayo Alexandre Holanda.
Utilização de veículos aéreo não tripulado (VANT) como ferramenta de apoio para fins de relatório diário de obra: estudo de caso em Iracema-CE / Kayo Alexandre Holanda Pequeno. - 2026.
37 f. : il.

Orientadora: Daniela de Freitas Lima.
Coorientadora: Vinicius Navarro Varela Tinoco.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2026.

1. Aeronave remotamente tripulada. 2. Construção civil. 3. Monitoramento de obras. 4. Geotecnologia. 5. Gestão de obras. I. Lima, Daniela de Freitas, orient. II. Tinoco, Vinicius Navarro Varela, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

KAYO ALEXANDRE HOLANDA PEQUENO

**UTILIZAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) COMO
FERRAMENTA DE APOIO PARA FINS DE RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA:
ESTUDO DE CASO EM IRACEMA-CE**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia

Defendida em: 03 / 07 / 2026.

BANCA EXAMINADORA

Daniela de Freitas Lima, Profa. Dra..-(UFERSA)
Presidente

Vinícius Navarro Varela Tinoco, Me. - (UFERSA)
Membro Examinador

Maycon Breno Macena da Silva, Prof. Dr.
Membro Examinador

Fabíola Luana Maia Rocha, Dra.
Membro Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e familiares pelo apoio incondicional. De modo especial, ofereço esta conquista aos meus avós, pilares da minha formação, que com sua sabedoria e amor infinito sempre foram meus maiores exemplos de vida e perseverança. Sem o incentivo de vocês, este sonho não seria possível. (*Presentes*).

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Daniela de Freitas Lima, por sua orientação segura, pela paciência e pelo conhecimento compartilhado ao longo de todo o processo. Sua condução foi fundamental para o sucesso e o amadurecimento técnico deste trabalho, transformando desafios em aprendizado.

Ao co-orientador, Vinícius Navarro Varella Tinoco, pelo suporte técnico e pelas contribuições valiosas durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da Banca Examinadora, pela disponibilidade e pelo tempo dedicado à avaliação deste estudo. Suas observações e críticas construtivas são essenciais para o aprimoramento deste trabalho e para a minha formação profissional.

Aos meus amigos, em especial àqueles que estiveram presentes nos momentos de maior pressão acadêmica. Agradeço pelo companheirismo, pelas trocas de ideias sobre o curso e por tornarem a jornada na universidade mais leve e gratificante.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), *Campus* Pau dos Ferros, e a todos os professores que contribuíram para a minha base de conhecimento durante o curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia.

ÉPIGRAFE

É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades.

(Gartner Group)

RESUMO

A indústria da construção civil busca constantemente inovações para superar as limitações dos métodos tradicionais de monitoramento, como uso de fotos em nível do solo como anexo ao Relatório Diário de Obra (RDO), que muitas vezes carece de abrangência visual e precisão técnica devido à subjetividade do relator. Dentro desse cenário, o trabalho discute a utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) como ferramenta de suporte ao RDO, por meio de um estudo de caso na construção de uma escola de tempo integral em Iracema-CE. Para atender a esse propósito, realizou-se observação participante em obra localizada em Iracema-CE, com acompanhamento da coleta de dados para a elaboração de relatório diário de obra; identificou-se o conteúdo de RDO com registros fotográficos com câmera convencional e com imagens de VANT; debateu-se as melhorias de visualização do estágio da obra no RDO com a presença de aerofotogrametria. Os resultados indicam que o uso do VANT proporciona uma visão ampla do canteiro, garantindo maior precisão, credibilidade às informações e agilidade na identificação de desvios e patologias. Conclui-se que a integração de imagens aéreas ao RDO moderniza a gestão da produção, otimizando o controle e a transparência no acompanhamento de obras públicas.

Palavras-chave: aeronave remotamente tripulada; construção civil; monitoramento de obras; geotecnologia; gestão de obras.

ABSTRACT

The civil construction industry constantly seeks innovations to overcome the limitations of traditional monitoring methods, such as ground-level photography attached to Daily Work Reports (DWR), which often lack visual breadth and technical precision due to the reporter's subjectivity. Within this context, this study discusses the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) as a support tool for the DWR, through a case study in the construction of a full-time school in Iracema-CE. To achieve this purpose, participant observation was conducted at the construction site, including data collection for the DWR; the content of the reports was analyzed by comparing conventional camera photography with UAV imagery; and the improvements in visualizing the construction stages through aerophotogrammetry were discussed. Results indicate that the use of UAVs provides a wide view of the construction site, ensuring greater precision, information credibility, and agility in identifying deviations and pathologies. It is concluded that integrating aerial imagery into the DWR modernizes production management, optimizing control and transparency in the monitoring of public works.

Keywords: remotely piloted aircraft; civil construction; work monitoring; geotechnology; construction management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Iracema, Ceará	23
Figura 2 - Fluxograma de percurso metodológico	24
Figura 3 - Drone DJI mini 3	25
Figura 4 - Imagem RDO do dia 01/09/2025.....	26
Figura 5 - Anexo do RDO ao nível do solo no dia 01/09/2025	27
Figura 6 - Imagem RDO do dia 30/09/2025.....	28
Figura 7 - Imagem gerada ao nível do solo	29
Figura 8 - Imagem capturada com VANT	29
Figura 9 - Imagem gerada por drone como apoio do dia 01/09/2026.....	30
Figura 10 - Fotografia convencional de fundação	31
Figura 11 - Imagem com drone para organização de fundação	31
Figura 12 - Imagem gerada por drone para inspeção de laje.....	32
Figura 13 - Imagem capturada com o uso do drone.....	33

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Comparação entre o RDO tradicional e o RDO com apoio de VANT	34
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção)
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
RDO	Relatório Diário de Obra
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
MDT	Modelo Digital de Terreno
PCP	Planejamento e Controle da Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Geral	17
2.2	Específicos.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1	Gestão e Diário de Obras.....	18
3.2	O Uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) na Construção Civil	19
3.3	A Integração Entre Drone e Diário de Obra.....	20
3.4	RDO Método Tradicional e Verificação do Processo Físico (Suporte Visual Amplo).....	21
4	METODOLOGIA	23
4.2	Percurso Metodológico	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Com a finalidade de documentar sistematicamente as atividades e a dinâmica operacional do canteiro, o Relatório Diário de Obra (RDO) tradicional especifica o efetivo diário, as condições climáticas, os serviços executados e as ocorrências observadas (Molina *et al*, 2023). Entre as limitações do método tradicional caracterizado pelo preenchimento manual de formulários baseados em observações diretas e fotografias ao nível do solo, destacam-se algumas dificuldades como a falta de visualização ampla com imagens e acúmulo de arquivos na qual a necessidade de métodos mais atuais com maior eficiência (Bento, 2023).

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), também conhecidos como drones, são uma espécie de uma aeronave que não precisa de um piloto dentro do aparelho, apenas um condutor de forma remota a ser controlado apenas por um celular ou um controle remoto. Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) vêm produzindo diversos avanços na engenharia civil pelo seu uso aliado a técnicas que envolvem a Geotecnologia. Esses equipamentos estão se tornando cada vez mais utilizados na construção civil, devido à maior facilidade de visualização do que está sendo executado durante o processo construtivo (Alvares, 2019).

Embora sua popularidade no setor da construção seja recente, o histórico desses dispositivos remonta ao século XX, quando eram utilizados primordialmente para fins militares durante as grandes guerras e a Guerra Fria (Alvares, 2019). Foi o investimento massivo em operações de contraterrorismo e reconhecimento estratégico que impulsionou o desenvolvimento de sistemas dotados de alta precisão de localização, estabilidade e eficiência, visando sempre a execução de missões com o menor risco humano possível (Bernardo *et al.*, 2025; Schio, 2024). Dessa forma, com o uso dessa tecnologia, surgem inúmeras vantagens, como a melhor visualização da produção (Alvares, 2019).

Na construção civil, o VANT está diretamente ligado às áreas da topografia e mapeamento terrestre, realizando em poucos minutos um trabalho que, de forma manual e com outros tipos de equipamentos, levaria horas para ser concluído. Isso é possível graças às câmeras de alta resolução e ao Global Positioning System (GPS) acoplado ao dispositivo, a tecnologia permite a aquisição ou levantamentos, por meio de aerofotogrametria garantindo maior precisão por meio do uso de Modelos Digitais de Terreno (MDT) (Alvares, 2019).

Embora a operação do VANT exija a presença física do piloto no canteiro para manter o contato visual direto, *Visual Line Of Sight* (VLOS), os registros digitais gerados permitem que clientes, fiscais e responsáveis técnicos acompanhem o andamento da obra de forma remota (Bento, 2023). Por meio do compartilhamento dessas imagens e dados no mesmo dia da captação, esses profissionais conseguem realizar auditorias e tomar decisões estratégicas sem a necessidade de deslocamento constante até o local da construção.

Essa integração é potencializada pela realidade mista, uma tecnologia híbrida que une os mundos físico e virtual. Ao utilizar as imagens capturadas pelo próprio VANT, essa inovação permite que o cliente acompanhe o progresso da obra de forma remota e imersiva, acessando os registros no mesmo dia em que as gravações são realizadas (Sabino, 2022).

Outro ponto é que o uso de VANT permite a identificação antecipada de problemas, como atrasos no seguimento do projeto, possibilitando que sejam corrigidos antes de se tornarem irreversíveis (Guimarães; Albuquerque, 2025). Isso contribui para a redução do desperdício de materiais, da perda de mão de obra, maior agilidade na tomada de decisão e de dias de serviço ocasionados por falhas que poderiam passar despercebidas (Guimarães; Albuquerque, 2025).

Na visão de Feital (2017), o uso de VANTs também reforça a segurança do trabalho, pois evita a necessidade de deslocamento de profissionais para áreas de difícil acesso ou de risco, como terrenos acidentados, lajes e telhados. As inspeções visuais realizadas por meio das câmeras com zoom permitem identificar fissuras, infiltrações e outras manifestações patológicas, cujos registros são incluídos no diário de obra para análise técnica e acompanhamento da solução adotada (Feital, 2017).

Segundo Santos Sobrinho *et al.* (2022), a tecnologia tem se tornado uma ferramenta fundamental para praticamente todas as atividades realizadas pelo ser humano nas últimas décadas. Nesse contexto, mesmo com os avanços tecnológicos presentes na área da engenharia civil, ainda é comum encontrar, dentro dos canteiros de obras, o RDO tradicional ao invés do que utiliza o VANT para produzir registros de anexo.

Em resposta às lacunas identificadas no monitoramento convencional, como a dificuldade de fornecer um contexto espacial macro e a subjetividade inerente aos registros em nível de solo, torna-se imperativa a busca por soluções que fortaleçam

a transparência e a confiabilidade dos dados coletados em campo. Uma dessas possibilidades reside na integração de novas tecnologias ao processo de gestão, visando elevar o nível de precisão técnica.

Portanto, este trabalho destaca a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTS) como um instrumento de suporte estratégico que atua de forma complementar aos registros por *smartphones*. É fundamental ressaltar que essa tecnologia não visa substituir o método convencional, mas sim apoiá-lo, uma vez que o registro tradicional permanece essencial para documentar a dinâmica administrativa e qualitativa diária da obra. Essa abordagem integrada é explorada por meio de um estudo de caso em Iracema-CE, durante a construção de uma escola de tempo integral.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Discutir a utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) como ferramenta de apoio ao relatório diário de obra.

2.2 Específicos

- Apresentar dados de Relatório Diário de Obras;
- Comparar o registro tradicional do diário de obra com o registro apoiado por imagens captadas pelo VANT;
- Identificar as principais vantagens do uso do VANT na elaboração de anexos para o diário de obra.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gestão e Diário de Obras

Dentro de uma empresa de construção civil existem diversas áreas atuando. No entanto, essa diversidade de perspectivas sobre o Planejamento e Controle da Produção (PCP) pode gerar divergências e impactar a condução das atividades no canteiro de obras (Abreu *et al.*, 2025).

Na construção civil, o PCP é de suma importância devido à dinâmica das obras. Ele tem como responsabilidade a organização e acompanhamento da obra para que ocorra tudo conforme o planejado, embora existam muitas variáveis externas, como as condições climáticas e a disponibilidade de insumos (Paula, 2023).

Conforme defendido por Santos Sobrinho *et al.* (2022), o planejamento técnico tem como objetivo primordial garantir a rapidez e a qualidade da execução, atuando na prevenção de problemas inesperados e influenciando diretamente na viabilidade econômica e no controle orçamentário da obra.

A fase de planejamento é fundamental para o bom desempenho de um projeto, pois não se limita apenas à definição de prazos e cronogramas das atividades, ela também está diretamente relacionada à garantia da qualidade dos serviços executados. Ao organizar a obra em etapas bem definidas, considerando todos os seus aspectos, torna-se possível alcançar maior controle do processo, além de proporcionar mais segurança, agilidade e redução de custos (Paula 2023).

Dentro desse contexto, o RDO se destaca como uma ferramenta eficiente para o controle da produção, sendo elaborado de forma contínua ao longo de todo o processo construtivo (Alvares, 2019; Bento, 2023). Por meio dele, são registradas informações sobre as condições de trabalho e o andamento do empreendimento, possibilitando a identificação e a previsão de possíveis desvios em relação ao planejamento inicial (Molina *et al.*, 2023).

Tradicionalmente, o RDO é consolidado como uma ferramenta essencial para o PCP, atuando como um registro histórico contínuo que documenta a dinâmica operacional do canteiro. Suas potencialidades incluem o acompanhamento sistemático do efetivo, das condições climáticas e dos serviços executados, servindo

como uma base de dados fundamental para a identificação de desvios e para a tomada de decisões baseada em evidências passadas.

No entanto, quando realizado estritamente de forma manual por meio de anotações descritivas e observações de solo, o método apresenta limitações significativas devido à subjetividade do relator e à dificuldade de fornecer uma visão visual abrangente do avanço físico real (Abreu *et al.*, 2025). Diante disso, a engenharia moderna busca integrar o RDO a novas tecnologias, como o BIM (*Building Information Modeling*) e plataformas de monitoramento *online*, que permitem comparar o executado com o planejado de forma digital, elevando a precisão técnica e a transparência na gestão da obra.

3.2 O Uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) na Construção Civil

A utilização de VANTs na indústria da construção apresenta um crescimento expressivo, atuando como um catalisador para a automação de processos e para o avanço tecnológico do setor (Silva *et al.*, 2025).

De acordo com Bernardo *et al.* (2025), os drones são amplamente empregados na inspeção de pontes, monitoramento de pavimentos e acompanhamento de obras de infraestrutura, garantindo maior segurança e precisão nos registros. Complementarmente, o uso dessa tecnologia potencializa a eficiência de levantamentos cartográficos e o detalhamento de dados geoespaciais, conforme as diretrizes de mapeamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O desenvolvimento dos VANTs, impulsionado pelo setor militar, resultou em avanços significativos na miniaturização de componentes e na integração de sistemas de navegação multi-constituídos. No que tange à precisão de localização, o progresso tecnológico permitiu a transição do GPS (*Global Positioning System*) convencional para sistemas GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de alto desempenho, que combinam múltiplas constelações de satélites, como GPS (EUA), GLONASS (Rússia) e Galileo (Europa), garantindo redundância e estabilidade no posicionamento (Schio, 2024).

Ao longo das últimas décadas, a necessidade de monitoramento remoto, reconhecimento de áreas estratégicas e execução de operações com menor risco humano impulsionou investimentos significativos em sistemas mais precisos,

estáveis e eficientes (Schio, 2024).

De acordo com Barretto *et al.*, (2024), o avanço da tecnologia só vem a agregar dentro do campo de obra, fornecendo informações confiáveis e de suma importância para o monitoramento e controle do avanço físico da obra, com uma grande significância no suporte do processo seletivo de planejamento da própria construção.

3.3 A Integração Entre Drone e Diário de Obra

O RDO é definido como um documento técnico no qual se registram, sistematicamente, todos os acontecimentos e fatos relevantes verificados cotidianamente em um empreendimento (Molina *et al*, 2023). Esses autores apontam que, historicamente, o RDO consolidou-se como um substituto prático ao Livro de Ordem, tornando-se essencial para garantir a rastreabilidade e a conformidade normativa do setor. Sob a perspectiva linguística e técnica, o RDO é classificado como um gênero secundário, por exigir preparo prévio e linguagem formal e objetiva para a comunicação entre o canteiro e a fiscalização (Molina *et al*, 2023).

A convergência entre a agilidade dos VANTs e a necessidade de registro sistemático do RDO cria um ecossistema de gestão mais robusto. Nesse cenário, os drones surgem como uma tecnologia capaz de complementar o método tradicional, por meio da obtenção sistemática de imagens aéreas objetivas, que documentam de maneira precisa as condições do canteiro, o avanço físico dos serviços e a disposição dos recursos.

Enquanto o RDO fornece dados qualitativos e administrativos, como os serviços prestados e as condições climáticas, a documentação visual aérea fornece também evidências que auxiliam na validação das informações descritas, transformando o monitoramento em um fluxo de auditoria técnica. Além disso, a realização de levantamentos periódicos em diferentes etapas da obra permite que o gestor conte com informações quantitativas e qualitativas para comparar o progresso executado com o cronograma planejado, facilitando a identificação precoce de desvios e otimizando a tomada de decisões estratégicas (Guimarães; Albuquerque, 2025; Bento, 2023).

Essa abordagem integrada promove uma comunicação mais eficiente e

alinhada entre projetistas, engenheiros locais e clientes, facilitando o entendimento mútuo sobre as etapas executivas. Ao unir o registro tradicional ao suporte visual dos VANTs, mitigam-se os impasses entre o escritório e o canteiro de obras, estabelecendo um fluxo de informações transparente e de alta confiabilidade. Consequentemente, as comprovações por fotografias aéreas conferem maior rastreabilidade ao progresso físico, garantindo que o ativo de informação seja compartilhado de forma íntegra e que as decisões sejam fundamentadas em evidências visuais fidedignas (Bento, 2023; Barreto et al., 2024).

3.4 RDO Método Tradicional e Verificação do Processo Físico (Suporte Visual Amplo)

São necessárias informações da obra para que se elabore o RDO. No método tradicional, a coleta de dados é realizada manualmente por um profissional em campo através de observações diretas (Bento, 2023). A estrutura básica deve abranger informações climáticas, efetivo de mão de obra, equipamentos e a descrição detalhada dos serviços executados, servindo como base para o PCP (Molina et al., 2023).

Contudo, a literatura aponta limitações críticas no preenchimento manual, descrevendo-o como um processo moroso e pouco eficiente, que compromete a agilidade na tomada de decisão (Bento, 2023; Barreto et al., 2024). Além disso, a dependência de anotações descritivas introduz um elevado grau de subjetividade do relator, que pode falhar ao fornecer o contexto espacial necessário para uma auditoria visual do progresso físico real (Alvares, 2019; Barreto et al., 2024). Essa fragmentação dos dados dificulta a integração com metodologias modernas, exigindo soluções que conectem o relato textual a suportes visuais de maior precisão (Alvares, 2019).

A utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) proporciona um suporte visual amplo e estratégico para a verificação do progresso físico, auxiliando na mitigação das limitações sensoriais e da subjetividade inerentes ao método de registro manual (Alvares, 2019; Barreto et al., 2024). No entanto, essa superação não é absoluta, visto que a eficácia do monitoramento permanece dependente da leitura técnica das imagens por profissionais capacitados (Alvares, 2019). Esse processo de análise ainda envolve uma carga necessária de interpretação, atenção

e discernimento profissional, evidenciando que, embora a tecnologia refine a precisão e a transparência dos dados, ela atua como uma ferramenta de apoio que complementa o julgamento técnico do gestor, mas não substitui sua responsabilidade analítica final.

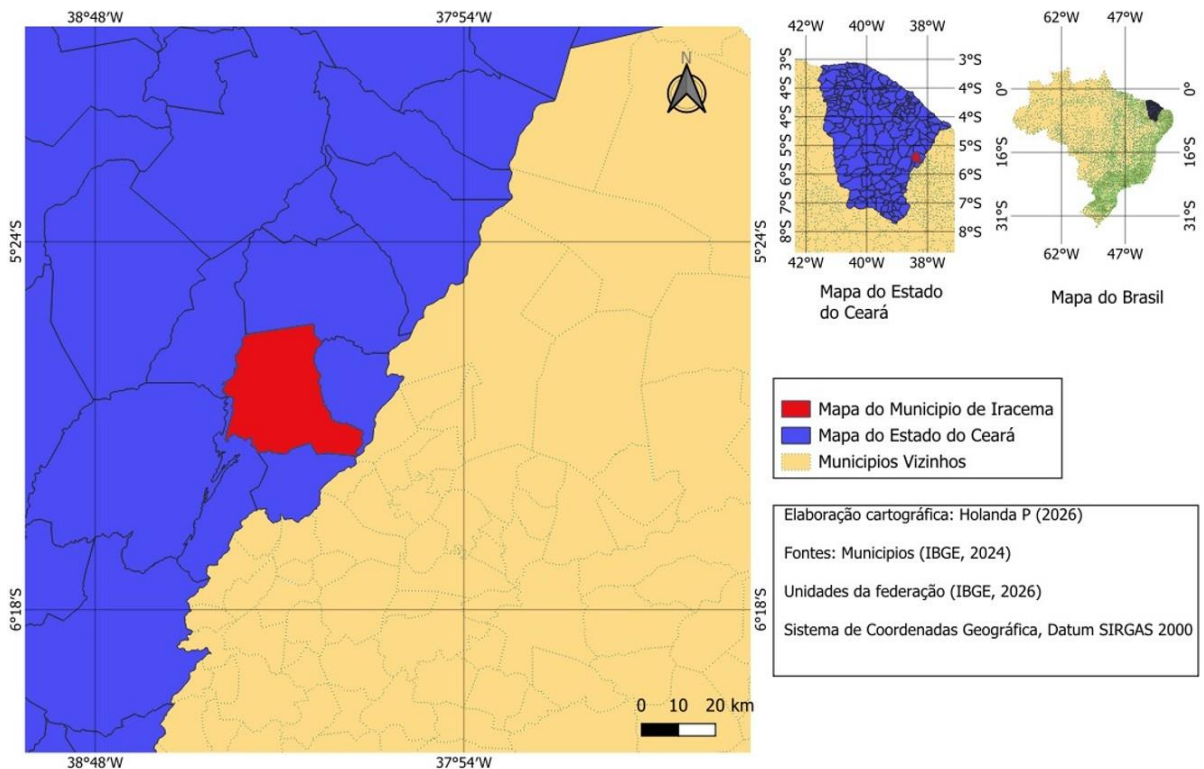
Sob a ótica da gestão visual, a imagem aérea atua como um documento de auditoria visual, fornecendo o contexto espacial necessário que fotografias pontuais e relatos textuais não conseguem expressar (Barreto *et al.*, 2024; Santos Sobrinho *et al.*, 2022). Tal amplitude visual é fundamental para a identificação precoce de problemas e inconsistências na execução física, garantindo que o RDO reflita a realidade técnica da construção com maior transparência e credibilidade (Guimarães; Albuquerque, 2025).

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A presente pesquisa foi realizada em uma obra localizada na cidade de Iracema, do Estado do Ceará (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Iracema, Ceará



Fonte: Adaptação do IBGE (2024).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), Iracema-CE possui aproximadamente 14 mil habitantes e uma área de cerca de 839,174 km². O município se encontra com a densidade demográfica de 16,68 hab/km² no censo de 2022 (IBGE, 2022).

A edificação objeto de estudo caracteriza-se por uma estrutura composta por diversos blocos funcionais, incluindo salas de aula, bloco administrativo, refeitório e áreas de convivência com uma área de construção de 3.123,11 m².

4.2 Percurso Metodológico

A Figura 2 mostra as etapas para a concretização desta pesquisa.

Figura 2 - Fluxograma de percurso metodológico



Fonte: Autoria própria (2026).

A primeira etapa fundamentou-se em uma pesquisa de campo com observação participante no canteiro de obras de construção da escola em Iracema-CE. O processo envolveu o acompanhamento sistemático da rotina da obra, com o período de estudo do dia 01/09/2025 até o dia 30/09/2025, no qual os registros do RDO tradicional foram realizados diariamente, quatro vezes na semana, focando em dados qualitativos, como o percentual de cada atividade executada e as condições climáticas. Complementarmente, foram realizados voos, semanalmente, com o drone DJI Mini 3 sob condição VLOS, operação na qual o piloto mantém contato visual direto, contínuo e ininterrupto com a aeronave durante todo o voo, visando capturar o progresso físico acumulado durante toda a semana e garantindo uma base de dados sólida para a comparação entre os métodos.

Na segunda etapa, procedeu-se à identificação e análise técnica do conteúdo de 22 RDOs coletados durante o estudo de caso, sendo 18 com anexos correspondentes a registros fotográficos de câmeras convencionais e 4 com o suporte de imagens de VANT. Esta análise permitiu confrontar as limitações das fotografias ao nível do solo que focam em detalhes específicos, mas carecem de contexto espacial com a visão ortogonal e abrangente proporcionada pelo drone. O drone utilizado foi o DJI mini 3 (Figura 3), que conta com a sua massa de decolagem de 248g, e operou em altitudes seguras dentro do limite regulamentar de 120 metros. A duração máxima de cada voo foi, em média, de 10 a 15 minutos, gerando imagens aéreas de toda a obra.

Figura 3 - Drone DJI mini 3



Fonte: Arquivo pessoal (2026)

As imagens coletadas por drone do canteiro de obra foram organizadas e selecionadas com base na resolução das fotos e análise de melhor angulação para o que se esperava ser observado, permitindo um apoio visual detalhado do andamento das atividades.

Na etapa final, debateu-se como a aerofotogrametria atua como uma ferramenta de modernização para o controle e a transparência na gestão da produção.

registro pontual de execução, essas fotografias carecem de contexto espacial e de perspectiva macro, impossibilitando que o gestor ou o cliente compreendam a disposição correlata dos insumos, o avanço global do canteiro de obras e a real situação de algumas frentes a partir do arquivo gerado.

Conforme ilustrado na Figura 5, no dia 01/09/2025 foram executados os serviços de locação e montagem das fôrmas das vigas inclinadas, com posicionamento, alinhamento e escoramento dos elementos de acordo com o projeto estrutural. Durante a atividade, foi realizada a conferência dos níveis, inclinações e prumos, garantindo a estabilidade do conjunto e preparando a estrutura para as etapas subsequentes de armação e concretagem.

Figura 5 - Anexo do RDO ao nível do solo no dia 01/09/2025



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

A Figura 6 corresponde a um RDO efetivado em um dia no qual foi concretizado o levantamento fotográfico com o uso de VANT, demonstrando essa integração do registro técnico inserindo imagens aéreas diretamente no fluxo de informações da gestão. Essa amplitude visual atua como um documento de auditoria visual, superando a subjetividade.

Figura 6 - Imagem RDO do dia 30/09/2025

OBRA

DATA30/09/25

ENGENHEIRO FISCAL

ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:

ENGENHEIRO RESPONSÁVEL

RNP

RNP

OBSERVAÇÕES

* Concretagem de laje

* Montagem de laje

* limpeza para liberar espaço para escavação da quadra

* Embolo bloco laboratórios

* Formas de fundo de viga

* Formas de Vigas inclinadas

* Concreto Magro em fundo de viga baldrame

* Chapisco Muro

* Alvenaria Blocos de Salas de Aula

OBSERVAÇÕES - CLIENTE

CONTRATUAL

DECORRIDO

RESTANTE

JUSTIFICADO

365 DIAS

No. 150 DIAS

No. 215 DIAS

DIAS

CONTROLE DE EQUIPE

ENGENHEIRO SUPERVISOR

ENGENHEIRO RESIDENTE

ENG. DE SEG. DO TRAB.

TÉC. DE SEG. NO TRAB.

TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

MESTRE DE OBRA

ENCARREGADO DE INSTA.

ENC. DE TERRAPLENAGEM

ESTAGÁRIO

APONTADOR

ALMOXARIFE

BETONEIRO

PEDREIRO

CARPINTEIRO

FERREIRO

ELETRICISTA

BOMBEIRO

SERVENTE

VIGILANCIA

TOPOGRAFO

LABORATORISTA

ENC. DE TOPOGRAFIA

AUX. DE ALMOXARIFE

AUX. DE SERVIÇOS GERAIS

AUX. DE CARPINTEIRO

AUX. DE FERREIRO

AUX. DE ELTRICISTA

AUX. DE BOMBEIRO

OPERADOR DE MÁQUINAS

AUX. DE TOPOGRAFO

AUX. DE LABORATORISTA

AUX. DE ESCRITÓRIO

TOTAL

35

CONTROLE DE EQUIPAMENTOS

CONTAINER

VEÍCULO 4 X 4

VEÍCULO LEVE

RETROSCAVADEIRA

CAMINHÃO MUNK

CAMINHÃO BASCULANTE

CAMINHÃO TANQUE (PIPA)

MOTONIVELADORA

ROLO MECÂNICO

TRATOR DE ESTEIRAS

TRATOR AGRÍCOLA C/ GRADE

ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (PC)

TOTAL

4

CONTROLE DO TEMPO

TURNO

MANHÃ

TARDE

NOITE

SITUAÇÃO

SOL

NUBLADO

CHUVA (INOPERANTE)

Fonte: Arquivo pessoal de Aldo Viana (2025)

O RDO apoiado pelo uso do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) redefine a qualidade do registro técnico ao integrar ortomosaicos e imagens aéreas de alta resolução diretamente ao fluxo de informações. A Figura 7 é uma fotografia realizada ao nível do solo no dia 30/09/2025 e a Figura 8 foi capturada com VANT no dia 30/09/2025.

Figura 7 - Imagem gerada ao nível do solo



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Figura 8 - Imagem capturada com VANT



Fonte: Arquivo pessoal de Aldo Viana (2025)

Enquanto a foto manual registra apenas uma parede isolada sendo erguida, a imagem aérea fornece uma visão macro do canteiro. Esse suporte visual facilita a

detecção de todas as frentes de serviço executadas ao final do dia (como pilares e paredes), com algumas funcionalidades como o zoom permite também a análise de qualidade da execução com uma imagem mais próxima otimizando a conferência do avanço físico e superando a subjetividade das anotações descritivas convencionais.

Na Figura 9, por exemplo, observa-se com clareza o apoio visual do drone no acompanhamento de atividades complexas, como a locação de vigas inclinadas, o posicionamento de caixarias e a concretagem. Adicionalmente, as imagens aéreas possibilitam identificar materiais armazenados incorretamente em áreas de circulação interna, prevenindo gargalos no transporte de insumos e equipamentos.

Figura 9 - Imagem gerada por drone como apoio do dia 01/09/2025



Fonte: Arquivo pessoal de Aldo Viana (2025)

Essa diferença de abrangência técnica torna-se ainda mais evidente na etapa de infraestrutura e fundações. No método tradicional, o registro completo de quantas sapatas foram finalizadas e suas respectivas numerações exigiria um volume excessivo de arquivos fotográficos individuais (Figura 10), gerando um acúmulo confuso de dados comprobatórios.

Figura 10 - Fotografia convencional de fundação



Fonte: Autoria própria (2025)

Por outro lado, o suporte visual fornecido pelo VANT na Figura 11 demonstra a capacidade de monitorar o progresso da escavação e da fundação de maneira mais clara e com uma maior organização, podendo se observar a quantidade de fundações executadas e a quantidade a serem feitas.

Figura 11 - Imagem com drone para organização de fundação



Fonte: Arquivo pessoal de Aldo Viana (2025)

A visão macro permite a comprovação técnica do progresso em um único arquivo, viabilizando inclusive a identificação remota e marcações por meio de edições técnicas simples nas imagens. Esse processo se torna uma opção para evitar a necessidade de deslocamento físico do profissional para registrar cada elemento isoladamente.

Além do ganho em eficiência produtiva, um benefício imediato observado foi o aumento da segurança ocupacional dos operadores. A inspeção realizada em uma laje elevada por meio do VANT, ilustrada na Figura 12, demonstra como a tecnologia atua como um agente de prevenção ativa.

Figura 12 - Imagem gerada por drone para inspeção de laje



Fonte: Arquivo pessoal de Aldo Viana (2025).

No método convencional, essa verificação exigiria o deslocamento físico do profissional para áreas de risco em altura; com o uso do drone, o processo é realizado de forma remota, mitigando significativamente a exposição a riscos de quedas e acidentes em locais de difícil acesso.

Sob a ótica do PCP, a fiscalização aérea permite confrontar o avanço físico observado com o cronograma planejado. Em relatórios expressos exclusivamente por textos, erros de locação ou atrasos em frentes de serviço simultâneas são difíceis de serem percebidos precocemente. O VANT resolve essa limitação ao contextualizar espacialmente as atividades distribuídas no canteiro e ao registrar a evolução temporal da obra, como a transição das etapas de fundação para a superestrutura e vedação. A rapidez proporcionada por essa tomada de decisão

gera impactos financeiros diretos, reduzindo o desperdício de material e a perda de mão de obra decorrentes de retrabalhos.

No método tradicional de elaboração do RDO, a conferência de quantitativos, como o número de lajes executadas, depende da contagem física presencial e individualizada em campo, o que demanda maior tempo operacional e amplia a possibilidade de divergências no registro dos dados. Em contrapartida, a utilização de imagens aéreas (Figura 13) centraliza essas informações em um único registro visual abrangente, permitindo uma inspeção técnica a partir de uma perspectiva global que auxilia na precisão dos quantitativos e na redução de ambiguidades no acompanhamento do progresso físico do empreendimento.

Figura 13 - Imagem capturada com o uso do drone.



Fonte: Arquivo pessoal de Aldo Viana (2025).

Dessa forma, observa-se que o RDO tradicional, com anexos produzidos manualmente, ao nível do solo, sem o uso do drone como apoiador visual, apresenta limitações quanto à abrangência e à visualização global do canteiro. A integração do uso de drones surge como uma ferramenta complementar que proporciona maior precisão no acompanhamento dos serviços executados e melhor controle das atividades desenvolvidas na obra.

A análise comparativa revelou que o método tradicional e o uso de VANT possuem funções complementares na gestão da construção. Enquanto o registro manual cumpre a função de descrever a dinâmica administrativa e qualitativa diária, a vista abrangente do drone oferece a precisão técnica e o contexto espacial necessários para a conferência global do progresso físico. Dessa forma, a integração entre as duas abordagens diminui as lacunas de informação e a subjetividade dos relatos manuais, garantindo que o RDO se torne um fluxo de auditoria técnica transparente e confiável.

O Quadro 1 apresenta a comparação entre o RDO com e sem a utilização de VANT.

Quadro 1 - Comparação entre o RDO tradicional e o RDO com apoio de VANT

Aspecto observado	Foto ao nível do solo	Imagem de VANT
Visualização das frentes de serviço	Parcial	Completa
Controle de estoque	Possível	Possível
Avaliação da circulação interna	Não observável	Observável
Verificação do avanço físico	Localizada	Global
Inspeção de áreas elevadas	Necessita acesso físico	Remota

Fonte: Autoria Própria (2026)

Outro fato a ser abordado é que o RDO informa diversas atividades executadas simultaneamente, o registro textual não permite identificar a localização relativa dessas frentes de trabalho. As imagens obtidas pelo VANT complementam essa limitação ao possibilitar a visualização espacial das atividades distribuídas no canteiro. Essa abordagem conjunta permite uma análise detalhada da compartimentação interna dos ambientes, na qual o registro manual descreve a

dinâmica administrativa diária e a vista abrangente do drone oferece precisão técnica na conferência do progresso físico.

Essa integração possibilita que o gestor realize auditorias comparativas entre as anotações descritivas e a realidade visual captada pelo VANT, garantindo a integridade dos dados e eliminando inconsistências geradas por percepções individuais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que enquanto os registros fotográficos manuais, em nível de solo, são restritos, o uso do drone reduz a subjetividade e a ausência de um contexto visual amplo.

No âmbito da segurança do trabalho, a tecnologia provou ser um diferencial estratégico. A possibilidade de inspecionar áreas de difícil acesso ou de alto risco, como as lajes e telhados da escola, sem a necessidade de deslocamento físico de profissionais, reduz drasticamente a exposição de trabalhadores a perigos. Assim, o VANT atua não apenas como ferramenta de registro, mas como um suporte essencial para a gestão de riscos no canteiro

Além disso, a agilidade proporcionada pelo monitoramento aéreo favorece a tomada de decisão rápida. A identificação antecipada de possíveis desvios ou patologias permite intervenções imediatas por parte dos fiscais e responsáveis técnicos, otimizando o cronograma e reduzindo desperdícios.

Em conclusão, a integração entre drones e o RDO representa uma alternativa eficiente e inovadora para o controle e gestão de obras. Para trabalhos futuros, sugere-se a exploração da integração sistemática dos dados coletados por VANT com a tecnologia e o uso de plataformas de RDO *online*, visando automatizar ainda mais o fluxo de informações entre o campo e o escritório e elevar o nível de industrialização da construção civil.

Nota sobre o uso de Inteligência Artificial

Em conformidade com as diretrizes de transparência e integridade na pesquisa científica, declara-se que as ferramentas de Inteligência Artificial Generativa Gemini (Google) e NotebookLM foram utilizadas na etapa de escrita deste Trabalho de Conclusão de Curso. Elas foram empregadas estritamente para o refinamento estilístico, correção gramatical e reorganização estrutural dos parágrafos, visando aprimorar a coesão e a coerência do texto acadêmico. Ressalta-se que as ferramentas não foram utilizadas para a geração, alteração ou interpretação dos dados de campo, imagens de VANT ou tabelas apresentadas, cuja

autoria, análise crítica e responsabilidade técnica permanecem integralmente a cargo do autor.

REFERÊNCIAS

ABREU, João Paulo Maciel de *et al.* Aplicação didática de simulação e prototipagem no planejamento e controle da produção (PCP) na construção civil. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 44, p. 491–506, 22 dez. 2025.

ALVARES, Juliana Sampaio. **Monitoramento visual do progresso de obras com uso de mapeamentos 3D de canteiros por VANT e modelos BIM 4D**. 2019. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

BARRETTO, Gustavo Henrique Farias; PACHECO, Vanessa Cruz; OLIVEIRA, Carolina Andrade de; MELO, Roseneia Rodrigues Santos de; GUIMARÃES, Vitor Marcelo Senra Nunes; COSTA, Dayana Bastos. **Uso de BIM e fotogrametria para o monitoramento visual do progresso de obras de infraestrutura**. Anais do XX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), Maceió, v. 20, p. 1–14, 7 out. 2024.

BENTO, Rafael Augusto Queiroz Silva. **Indústria 4.0 aplicada em relatório diário de obra: estudo de caso da implementação de RDO online na empresa 3T Construções LTDA – Mariana/MG**. 2023. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2023.

BERNARDO, Ana Elisa dos Santos; PARACATU, Beatriz de Mattos; NHOATO, Fabrine Nunes; FRANCO, Melissa Simonton; SILVA, Nayara de Moura. **Análise da aplicabilidade de drones em obras rodoviárias: eficiência, precisão e redução de custos**. 60 f. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Edificações) – ETEC Philadelpho Gouvêa Netto, São José do Rio Preto, 2025.

FEITAL, Marcelo Rosa. **Uso de VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) para inspeção de Projetos de Construção Civil**. 35 f. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamento de Projetos) – Instituto de Educação Continuada, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2017.

GUIMARÃES, Emmanuel Duarte; ALBUQUERQUE, Thamires Aparecida Santos de. **Aplicações de drones no gerenciamento e planejamento de obras: uma revisão bibliográfica**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

DOWNLOAD GEOCIÊNCIA. Disponível em:
https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_munic_ipais/municipio_2024/Brasil/

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.IBGE. **Cidades e Estados: Iracema - CE**. 2022. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=3466&view=detalhes>. Acesso em: 23 mar. 2026.

LAGE, Mariana de Oliveira; APPOLINÁRIO JÚNIOR, Laerte; ERCOLIN FILHO, Leonardo; HO, Linda Lee; SIMÕES, Augustinho José Menin; QUINTANILHA, José Alberto. Modelagem de parâmetros de um VANT equipado com LiDAR em aplicações de monitoramento de linhas de transmissão de energia elétrica. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 6, 14 jun. 2017.

MOLINA, Márcia A. G.; BARCELOS SEGUNDO, Fernando Mendes; SILVA, Daniel Moreira da; RIBEIRO, Mariana Brito. **Análise dos elementos constitutivos do gênero Diário de Obra**. São Luís: UFMA, 13 jul. 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/9230>. Acesso em: (22/01/2026).

PAULA, Tamara Letícia de; SILVA, Ronaldo Faustino da; VAREJÃO, Fabrício de Medeiros Dourado. **Avaliação do nível de integração entre o planejamento e controle da segurança do trabalho e o planejamento de controle da produção (PCP) em construtoras: estudo de caso**. 11 out. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). IF. Pernabunco (2023-10-11)

SABINO, Victor Lucas Teodosio; FAUSTINO, Ronaldo. **Uso da realidade mista na construção e manutenção de edificações e obras de arte**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). IF. Pernabunco 14 out. 2022.

SANTOS SOBRINHO, Joncemar Dias dos *et al.* O uso da tecnologia nos processos construtivos – uma proposta de uso de ferramentas tecnológicas em obras de pequeno porte. RECIEC - **Revista Científica de Engenharia Civil**, v. 5, n. 1, 2022.

SCHIO, Murillo Amboni. **A dronificação da repressão – um breve panorama da inserção e uso de drones nas forças estatais**. Sociologias Plurais, v. 10, n. 2, 31 jul. 2024.

SILVA, Ana Jéssica Farias da; HOLANDA, Ana Dulce de Castro; CÂNDIDO, Luis Felipe; BARROS NETO, José de Paula. **Evolução da produção científica sobre veículos aéreos não tripulados na construção civil: um estudo bibliométrico**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC), Porto Alegre, v. 14, 19 set. 2025.