



ISTEFFERSON OLIVEIRA DA SILVA

**APLICAÇÃO DE VISÃO COMPUTACIONAL NA EXTRAÇÃO DE
CARACTERÍSTICAS EM FOTOGRAFIAS DE TESTEMUNHOS DE
SONDAGEM**

**Ouro Preto, MG
2023**

ISTEFFERSON OLIVEIRA DA SILVA

**APLICAÇÃO DE VISÃO COMPUTACIONAL NA EXTRAÇÃO DE
CARACTERÍSTICAS EM FOTOGRAFIAS DE TESTEMUNHOS DE
SONDAGEM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista em Sistemas Inteligentes: Ênfase em Ciência de Dados.

Área de concentração: Visão Computacional

Orientador: Prof. Rosa Elvira Correa Pabon, D.Sc.
Coorientador: Prof. Luiz Guilherme Dias de Barros, M.Sc.

**Ouro Preto, MG
2023**

Título: Aplicação de visão computacional na extração de características em fotografias de testemunhos de Sondagem

Classificação: () **Confidencial** () **Restrita** (x) **Uso Interno** () **Pública**

Informações Confidenciais - Informações estratégicas para o Instituto e sua Mantenedora. Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da Informação.

Informações Restritas - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de empregados que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

Informações de Uso Interno - São informações destinadas à utilização interna por empregados e prestadores de serviço.

Informações Públicas - Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais corporativos apropriados.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação(CIP)

S58a

Silva, Istefferson Oliveira da
Aplicação de visão computacional na extração de características em fotografias de testemunhos de Sondagem. Istefferson Oliveira da Silva... [et al.] - Ouro Preto, MG: ITV, 2023.

66 f.: il.

Monografia (Especialização latu sensu) - Instituto Tecnológico Vale, 2023.
Orientadora: Rosa Elvira Correa Pabon
Coorientador: Luiz Guilherme Dias de Barros

1. Inteligência Artificial. 2. Visão Computacional. 3. Segmentação Semântica. 4. Classificação de Imagens. 5. Automação. I. Pabon, Rosa Elvira Correa. II. Barros, Luiz Guilherme Dias de. III. Título.

CDD.23. ed. 629.892

Istefferson Oliveira da Silva

**APLICAÇÃO DE VISÃO COMPUTACIONAL NA EXTRAÇÃO DE
CARACTERÍSTICAS EM FOTOGRAFIAS DE TESTEMUNHOS DE
SONDAGEM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista *lato sensu* em [Sistemas Inteligentes: Ênfase em Ciência de Dados].

Orientador: Prof. MSc. Luiz Guilherme Dias de Barros

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 13 de novembro de 2023 pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. MSc. Luiz Guilherme Dias de Barros
Orientador – Instituto Tecnológico Vale

Prof. D.Sc. Gustavo Pessin
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale

Prof. MSc. Levi Welington de Resende Filho
Membro externo – ArcelorMittal

Os Signatários declaram e concordam que a assinatura será efetuada em formato eletrônico. Os Signatários reconhecem a veracidade, autenticidade, integridade, validade e eficácia deste Documento e seus termos, nos termos do art. 219 do Código Civil, em formato eletrônico e/ou assinado pelas Partes por meio de certificados eletrônicos, ainda que sejam certificados eletrônicos não emitidos pela ICP-Brasil, nos termos do art. 10, § 2º, da Medida Provisória nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001 (“MP nº 2.200-2”).

PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinaturas Vale. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/9E1D-26DD-FF04-27F2> ou vá até o site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br:443> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido. The above document was proposed for digital signature on the platform Portal de Assinaturas Vale . To check the signatures click on the link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/9E1D-26DD-FF04-27F2> or go to the Website <https://vale.portaldeassinaturas.com.br:443> and use the code below to verify that this document is valid.

Código para verificação: 9E1D-26DD-FF04-27F2



Hash do Documento

D78B48116D5BA516C44E8EF612B26331773FF471EE11B64A20B8F4295220D0D5

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 02/02/2024 é(são) :

- Levi Welington de Resende Filho (Signatário) - em 01/02/2024 20:32 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: levi.filho@arcelormittal.com.br; Código de acesso: 1

Evidências

Client Timestamp Thu Feb 01 2024 20:32:40 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -20.3152137 Longitude: -40.3104681 Accuracy: 30

IP 168.197.221.80

Hash Evidências:

E105CD1AA6B34B4D912C7C6AFD7B5703EF53731343958350ED32930208EA1CD1

- GUSTAVO PESSIN (Signatário) - 939.084.900-49 em 31/01/2024 18:02 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: gustavo.pessin@itv.org; Código de acesso: 1

Evidências

Client Timestamp Wed Jan 31 2024 18:02:27 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -1.451957 Longitude: -48.4687408 Accuracy: 14656.679200937237

IP 200.242.247.178

Hash Evidências:

CDA6EFDB860663A725D1DB7DF89BD0B219D0F45BBE1FF61E0950F9130E19AE58

- Luiz Guilherme Dias de Barros (Signatário) - 109.612.966-31 em 31/01/2024 16:34 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: luiz.barros@itv.org; Código de acesso: 1

Evidências

Client Timestamp Wed Jan 31 2024 16:33:23 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -1.4519568 Longitude: -48.4693655 Accuracy: 14667.926203325114

IP 177.158.120.247

Hash Evidências:

A5C7AD756E591AF43268FF2DDC692ADB9849C0EF0578581962D37AAF79A73414



À minha esposa, cujo amor e apoio iluminam minha vida, dedico este trabalho como símbolo de nossa jornada juntos. Aos meus pais e irmãos, pilares de minha existência e incentivadores de meus sonhos, minha gratidão eterna. E à Equipe da Exploração Brasil, por proporcionarem valiosas oportunidades e aprendizado, sem os quais este trabalho não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Durante minha trajetória na área de Exploração Vale, deparei-me com desafios significativos e empenhei-me profundamente em variadas tarefas. Estive envolvido em múltiplas fases do processo, desde a coleta de sedimentos fluviais até a topografia, passando pela geofísica e culminando na sondagem. Ao finalizar meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), desejo expressar minha sincera gratidão à Equipe da Gerência de Exploração Carajás pelo contínuo suporte e pela honra de fazer parte deste grupo tão enriquecedor. Em relação à minha família, representam o alicerce que sustentou minha trajetória acadêmica e profissional. Sou imensamente grato pelo amor e estímulo que consistentemente me proporcionaram, incentivando-me a perseverar. Adicionalmente, quero reconhecer os alunos e docentes do ITV, cujas contribuições, tanto diretas quanto indiretas, foram cruciais para meu desenvolvimento profissional e para a concretização deste estudo. Gostaria ainda de expressar um reconhecimento particular à minha estimada esposa. Seu suporte contínuo e encorajamento têm sido pilares fundamentais para superar os obstáculos cotidianos. Seu amor e parceria são fontes inesgotáveis de inspiração e resiliência. Meu profundo agradecimento a todos que participaram de forma integral nesta notável trajetória, especialmente durante a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

“A Visão Computacional é uma das aplicações mais fascinantes da Inteligência Artificial. Ela permite que as máquinas possam enxergar o mundo de uma maneira semelhante a nós, seres humanos.”

Andrew Ng

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso investiga a capacidade da visão computacional na otimização dos processos associados ao galpão de testemunho de sondagem geológica. Historicamente, os métodos tradicionais empregados nesse contexto dependiam amplamente da análise manual, que eram propensos a erros e ineficiências. Ao centrar-se na implementação de modelos de segmentação semântica e classificação de imagens, utilizando algoritmos avançados e ferramentas de software especializadas, este estudo representa um salto significativo em termos de tecnologia e precisão. A segmentação semântica viabiliza a identificação e delimitação de características específicas, como caixas de testemunhos, plaquinhas de identificação (denominadas “taquinhos”) e o próprio material recuperado — o testemunho de sondagem. Paralelamente, a classificação de imagens serve para discernir o tipo específico de caixa e verificar se uma dada imagem representa efetivamente uma caixa de testemunho. Essas técnicas, ao serem combinadas, não apenas automatizam tarefas anteriormente manuais e repetitivas, mas também elevam substancialmente a acurácia na análise dos testemunhos. Esta evolução tecnológica sinaliza para o surgimento de um paradigma de galpão de testemunho 4.0, onde a adoção dessas inovações assegura uma eficiência e precisão sem precedentes nos procedimentos geológicos. Contudo, ainda enfrentamos desafios na calibração fina dos modelos para algumas variantes raras de testemunhos. Em perspectivas futuras, planeja-se a integração de técnicas de aprendizado profundo para melhorar ainda mais a precisão do sistema. Este estudo, portanto, destaca a revolução trazida pelas técnicas de visão computacional na modernização e aprimoramento de procedimentos operacionais no contexto geológico.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Visão Computacional. Segmentação Semântica. Classificação de imagens. Automação.

Fase da Cadeia: Cadeia de Valor.

ABSTRACT

In this work, we investigate the ability of computer vision to optimize the processes associated with the geological drilling core shed. Historically, the traditional methods employed in this context largely relied on manual analysis, which was prone to errors and inefficiencies. By focusing on the implementation of semantic segmentation and image classification models, using advanced algorithms and specialized software tools, this study represents a significant leap forward in terms of technology and accuracy. Semantic segmentation enables the identification and delimitation of specific characteristics, such as testimonial boxes, identification plates (called “taquinhos”) and the recovered material itself — the drilling testimony. At the same time, image classification serves to discern the specific type of box and verify whether a given image effectively represents a testimonial box. These techniques, when combined, not only automate previously manual and repetitive tasks, but also substantially increase the accuracy in core analysis. This technological evolution signals the emergence of a 4.0 core shed paradigm, where the adoption of these innovations ensures unprecedented efficiency and precision in geological procedures. However, we still face challenges in fine-tuning the models for some rare core variants. In future perspectives, the integration of deep learning techniques is planned to further improve the accuracy of the system. This study, therefore, highlights the revolution brought by computer vision techniques in the modernization and improvement of operational procedures in the geological context.

Keywords: Artificial intelligence. Computer Vision. Semantic Segmentation. Image Classification. Automation.