

Criação do Sistema de Interpretação, Explicação e Entrega das Recomendações de Melhoria das Vídeo Aulas de Computação

Karla Sophia S. da Cruz¹, José Arthur L. Sabino¹,
Gabriel Lucas B. Germano¹, Ranilson Oscar A. Paiva¹

¹Instituto de Computação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Maceió – AL – Brasil

{kssc, jals, glbg, ranilsonpaiva}@ic.ufal.br

Abstract. *This paper presents a System for Interpretation, Explanation, and Delivery of Recommendations for Computing Video Lectures, based on computer vision and artificial intelligence techniques. The system analyzes four critical technical parameters — resolution, duration, audio bitrate, and presentation style — to detect deficiencies and generate contextualized recommendations. The suggestions are evidence-based and displayed through an intuitive dashboard, contributing to the continuous improvement of the technical quality of video lectures in computer science education.*

Resumo. *Este artigo apresenta um Sistema de Interpretação, Explicação e Entrega de Recomendações para Videoaulas de Computação, baseado em técnicas de visão computacional e inteligência artificial. A solução analisa quatro parâmetros técnicos críticos — resolução, duração, taxa de áudio e estilo de apresentação — para identificar deficiências e gerar recomendações contextualizadas. As sugestões são fundamentadas e exibidas em um dashboard intuitivo, contribuindo para o aprimoramento contínuo da qualidade técnica de videoaulas no ensino de computação.*

1. Introdução

Com a expansão das mídias sociais, os vídeos se tornaram uma das principais fontes de informação, apresentando um crescimento exponencial desde a popularização da internet e o surgimento de diversas plataformas dedicadas ao compartilhamento de conteúdo audiovisual. O ensino a distância (EaD) consolidou-se como alternativa relevante aos métodos tradicionais de ensino, frequentemente utilizando vídeos como meio principal para complementar ou substituir aulas presenciais. Plataformas como YouTube, Coursera, Khan Academy e Udemy têm impulsionado tanto a produção quanto o consumo de videoaulas, democratizando o acesso ao conteúdo educacional digital [Shoufan 2019a].

Embora diversas meta-análises demonstrem que a tecnologia pode aprimorar o aprendizado, e que o vídeo pode ser uma ferramenta educacional altamente eficaz, destaca-se que o meio não é intrinsecamente efetivo sem a consideração de princípios como gerenciamento da carga cognitiva, engajamento estudantil e aprendizagem ativa [Brame 2016].

Na área de computação, onde visualização de código, explicação de algoritmos e demonstrações práticas são fundamentais, a clareza audiovisual torna-se crítica

para o aprendizado efetivo. A legibilidade de códigos-fonte, a clareza na demonstração de interfaces de desenvolvimento e a correta associação entre conceitos abstratos e implementações práticas são aspectos essenciais neste contexto específico.

Produzir videoaulas de qualidade apresenta desafios relevantes, especialmente para docentes sem apoio técnico ou experiência em audiovisual. A produção audiovisual pode ser comprometida por fatores como baixa resolução, duração excessiva, áudio com baixa fidelidade e estilo de apresentação pouco engajador. Essas características impactam diretamente na aceitação e eficácia do conteúdo educacional, e são particularmente críticos no ensino de disciplinas de computação onde a visualização clara de códigos e interfaces é fundamental.

2. Trabalhos Relacionados

A literatura sobre qualidade em videoaulas abrange três vertentes principais: princípios de eficácia educacional, fatores de qualidade técnica e sistemas de recomendação explicáveis.

[Brame 2016] estabeleceu diretrizes fundamentais para maximizar o aprendizado a partir de conteúdo em vídeo, destacando três aspectos essenciais: o gerenciamento da carga cognitiva, o engajamento estudantil e a aprendizagem ativa. Complementando essa perspectiva, [Shoufan 2019a], por meio de *learning analytics*, identificou características cognitivas relevantes em vídeos educacionais, contribuindo para a compreensão dos fatores que influenciam a eficácia desse formato de ensino.

Quanto à qualidade técnica, [Shoufan 2019b] desenvolveu um framework baseado na análise de feedback de estudantes, identificando agrupamentos como clareza da explicação, apresentação visual, organização do conteúdo, qualidade vocal e interesse. No contexto brasileiro, [Raabe et al. 2014] conduziu um estudo sobre a produção e avaliação de videoaulas no ensino de programação, destacando aspectos técnicos particularmente relevantes para o ensino de computação.

Sete vantagens de recomendações explicáveis foram identificadas por [Tintarev e Masthoff 2007], com ênfase em aspectos como transparência, confiança e efetividade no contexto educacional.

Este trabalho propõe uma solução que combina avaliação técnica automatizada com recomendações personalizadas e justificadas, aplicadas ao ensino de disciplinas de computação.

3. Fundamentação Teórica

3.1. Aspectos Técnicos de Qualidade em Videoaulas de Computação

Resolução, duração, qualidade do áudio e estilo de apresentação influenciam diretamente a eficácia de videoaulas, especialmente em disciplinas técnicas, onde a visualização de código e interfaces é essencial.

3.1.1. Resolução do Vídeo

A resolução define a nitidez da imagem e a legibilidade de elementos visuais. Estudos apontam que resoluções inferiores a HD (1280x720) comprometem a leitura de códigos

e textos, afetando a clareza pedagógica [Raabe et al. 2014], especialmente em videoaulas de programação. Plataformas como YouTube recomendam mínimo de HD para conteúdo educacional de computação, sendo esta resolução especialmente importante para a clara visualização de editores de código, terminais e interfaces de desenvolvimento [Saurabh e Gautam 2019].

3.1.2. Duração do Vídeo

Recomenda-se que videoaulas tenham entre 9 e 13 minutos [Santos et al. 2020]. Vídeos mais longos apresentam taxas elevadas de abandono, reduzindo significativamente a eficácia da transmissão de conhecimento [Raabe et al. 2014]. Para conteúdos de computação, vídeos segmentados por tópicos ou conceitos específicos têm demonstrado maior eficácia, permitindo consultas pontuais e revisões direcionadas.

3.1.3. Qualidade de Áudio

A inteligibilidade do áudio está diretamente relacionada ao bitrate. Taxas inferiores a 128Kbps podem comprometer a clareza para áudio monofônico [Brame 2016]. Em videoaulas de computação, a clareza na pronúncia de termos técnicos e comandos específicos torna a qualidade do áudio um fator ainda mais determinante para a compreensão adequada do conteúdo.

3.1.4. Estilo de Apresentação

Videoaulas em que o professor aparece junto ao conteúdo (“presença visual simultânea”) aumentam o engajamento e a compreensão, como no estilo *talking head* [Tintarev e Masthoff 2007]. No ensino de computação, destaca-se a eficácia da combinação entre demonstrações práticas (como códigos e interfaces) e a presença do professor, por facilitar a associação entre teoria e prática.

3.2. Sistemas de Recomendação Explicáveis

Como discutido na Seção 2, sistemas de recomendação que incluem explicações apresentam vantagens como transparência, escrutabilidade, confiança e persuasão. Essas características resultam em maior aceitação no contexto educacional, pois evidenciam o valor e a relevância das recomendações, facilitando sua implementação por docentes [Tintarev e Masthoff 2007, Santos et al. 2020].

3.3. Técnicas de Análise Automatizada

A extração de metadados técnicos (resolução, duração, bitrate) é viabilizada por bibliotecas como FFmpeg e OpenCV [Brame 2016]. Para análise mais complexa, modelos de deep learning têm demonstrado acurácia superior a 80% [Saurabh e Gautam 2019]. A classificação de estilos de apresentação utiliza redes neurais convolucionais para análise de frames-chave, permitindo categorização automática do conteúdo visual [Santos et al. 2020].

Estas tecnologias possibilitam avaliação objetiva e automatizada da qualidade técnica de videoaulas de computação, viabilizando sistemas capazes de gerar recomendações personalizadas fundamentadas em evidências científicas e adaptadas às especificidades do ensino de programação, algoritmos e outros tópicos de computação.

4. Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento do Sistema de Interpretação, Explicação e Entrega das Recomendações de Melhoria para Videoaulas de Computação seguiu uma abordagem estruturada, desde a concepção da arquitetura até a implementação e validação experimental, considerando as especificidades da área de computação.

4.1. Arquitetura do Sistema

O sistema utiliza arquitetura modular para análise independente de aspectos técnicos e geração de recomendações integradas. Os aspectos analisados incluem critérios audiovisuais fundamentais para a clareza e eficácia de videoaulas em computação. A estrutura geral compreende:

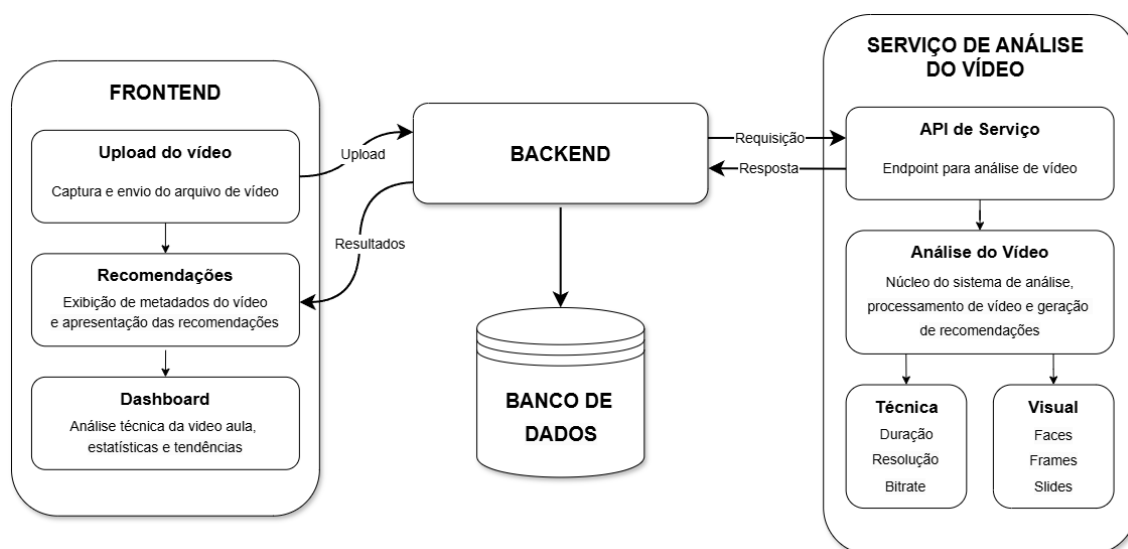


Figura 1. Arquitetura do Sistema.

- **Frontend:** Interface com usuário contendo módulos de upload, visualização e dashboard informativo.
- **Backend:** Intermediário responsável pelo gerenciamento de fluxo de dados e persistência de informações.
- **Serviço de Análise:** Componente especializado para processamento técnico dos vídeos, incorporando:
 - API para recepção dos vídeos
 - Módulo de análise técnica (extração de metadados)
 - Módulo de análise visual (visão computacional para classificação de conteúdo)
- **Módulo de Recomendações:** Responsável por transformar problemas detectados em sugestões fundamentadas, com ênfase em aspectos relevantes para o ensino de computação.

Esta arquitetura orientada a serviços facilita manutenção e escalabilidade, com comunicação via API REST permitindo implantação e gerenciamento independentes.

4.2. Extração e Validação de Aspectos Técnicos

O processo de validação técnica é visualizado no fluxograma da Figura 2, onde são ilustradas as principais etapas desde o upload até a geração das recomendações. As cores no diagrama representam as diferentes fases do processo: azul para entrada e processamento inicial de dados, vermelho para análise dos parâmetros técnicos específicos, laranja para etapas de processamento visual, roxo para comparação com valores de referência, e verde para geração e apresentação das recomendações.

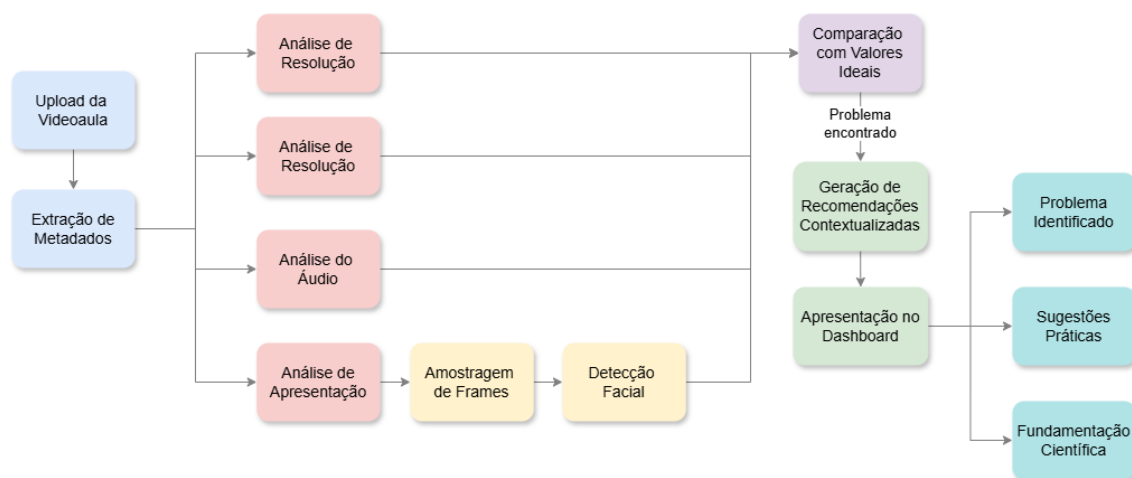


Figura 2. Fluxograma da validação técnica de uma videoaula de computação

O fluxo de processamento segue as seguintes etapas:

1. Recebimento do arquivo via upload e extração inicial de metadados utilizando FFmpeg.
2. Análise paralela dos quatro parâmetros técnicos.
3. Para o estilo de apresentação, realiza-se amostragem de frames e aplicação de algoritmos de detecção facial (OpenCV).
4. Comparação dos valores obtidos com os parâmetros ideais estabelecidos na literatura.
5. Geração de recomendações contextualizadas, com atenção especial a fatores que impactam o ensino de computação.
6. Apresentação em dashboard interativo, estruturada em problema, sugestão e fundamentação.

Os valores de referência utilizados na comparação são apresentados na Tabela 1.

4.3. Implementação dos Modelos de Análise

Para cada aspecto técnico, soluções específicas foram implementadas:

- **Resolução e duração:** Extração direta via FFmpeg e comparação com valores ideais são realizadas, com atenção especial à legibilidade de código em diferentes resoluções.

Tabela 1. Critérios Avaliados e seus valores esperados para videoaulas de computação

Critério Avaliado	Valor Esperado
Apresentação do Vídeo	Talking head (professor visível simultaneamente ao conteúdo)
Duração do Vídeo	Entre 9 e 13 minutos
Resolução do Vídeo	1280 x 720 (HD) ou superior
Taxa de Transmissão de Áudio	No mínimo 128Kbps

- **Taxa de transmissão de áudio:** Análise dos streams de áudio com verificação de bitrate mínimo é executada, considerando a importância da clareza na pronúncia de termos técnicos de computação.
- **Estilo de apresentação:** A identificação do estilo de apresentação da videoaula é feita automaticamente por meio da análise de trechos do vídeo. A cada 5 segundos, o sistema extrai uma imagem (frame) do vídeo e verifica a presença do professor e de elementos visuais como slides ou códigos.

Para detectar o professor, o sistema utiliza o algoritmo Haar Cascade, técnica clássica de detecção de rostos.

Além da presença do professor, o sistema verifica a existência de elementos visuais como slides, trechos de código ou quadros, com base em características visuais (como contraste e coloração) presentes na imagem.

Com base na frequência relativa de cada tipo de conteúdo visual detectado, o sistema classifica a videoaula em uma das seguintes categorias:

- **Talking head:** o professor aparece simultaneamente ao conteúdo apresentado (ex.: slides ou código), geralmente em sobreposição ou em um canto da tela.
- **Apenas professor:** vídeo focado exclusivamente no professor falando diretamente para a câmera, sem exibição simultânea de conteúdo técnico.
- **Voice-over:** vídeo composto por narração sobre slides ou código, sem que o professor apareça.

O processo completo de análise é ilustrado na Figura 3, que apresenta o fluxo de extração de frames, análise visual e classificação automática do estilo de apresentação.

4.4. Geração de Recomendações Contextualizadas

Recomendações estruturadas são geradas pelo sistema apenas quando aspectos não atingem valores ideais. Cada recomendação segue modelo tripartite (problema, sugestão prática, fundamentação científica), conforme discutido na Seção de Fundamentação Teórica, favorecendo clareza, relevância e aceitação pelos docentes.

4.5. Interface de Visualização

Os resultados das análises são apresentados pelo sistema através de um dashboard intuitivo, cuidadosamente projetado para comunicar eficazmente os aspectos técnicos e recomendações aos professores. A interface foi desenvolvida seguindo princípios de design de informação e usabilidade, priorizando a clareza visual e contexto explicativo.

O dashboard é estruturado em componentes principais, organizados para facilitar a rápida absorção de informações:

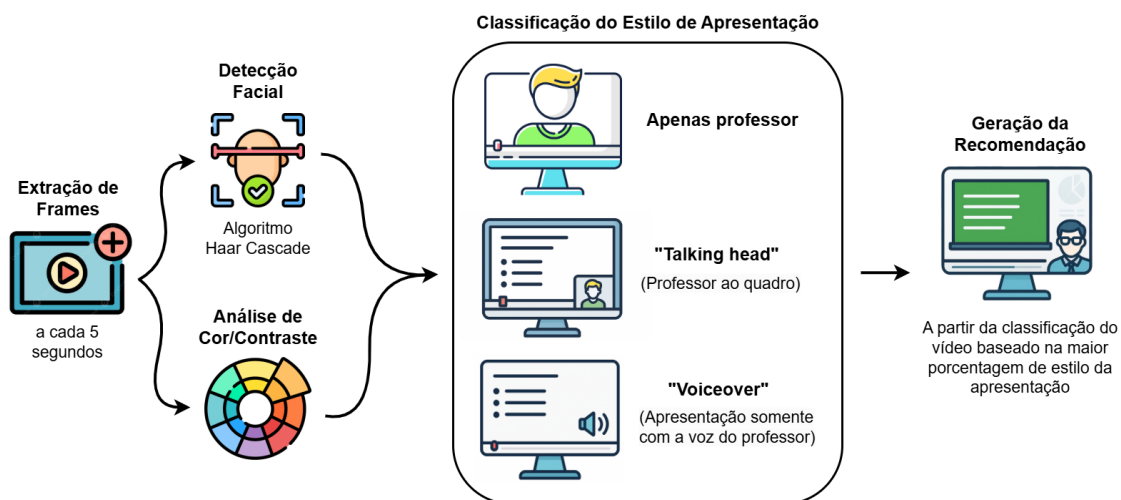


Figura 3. Fluxo de análise do estilo de apresentação das videoaulas com base em técnicas de visão computacional e geração de recomendações.

- **Seção de status técnico:** Localizada na parte superior, cada parâmetro técnico analisado é apresentado com codificação visual imediata. Um sistema de cores intuitivo destaca aspectos adequados em verde e inadequados em vermelho, exibindo o valor específico detectado para cada aspecto e permitindo comparação direta com os valores recomendados.
- **Painel de recomendações:** Na parte inferior do dashboard, são apresentados cards interativos para cada aspecto inadequado, contendo o problema identificado, sugestões práticas contextualizadas para videoaulas de computação, e fundamentação baseada em pesquisa.

Elementos interativos permitem ao professor obter informações adicionais sobre cada recomendação e acessar recursos complementares para implementação das melhorias sugeridas. Esta abordagem integrada atende aos princípios de sistemas de recomendação explicáveis, resultando em taxas de aceitação significativamente superiores em comparação a abordagens que oferecem apenas identificação de problemas sem o componente explicativo.

5. Resultados e Discussões

Pelo desenvolvimento e validação do Sistema de Interpretação, Explicação e Entrega das Recomendações de Melhoria para Videoaulas de Computação foi demonstrado potencial significativo para auxiliar educadores na melhoria da qualidade técnica de seus materiais audiovisuais.

5.1. Validação dos Aspectos Técnicos

Docentes da área de computação consideraram as recomendações relevantes e aplicáveis, especialmente pela clareza com que os problemas e orientações foram apresentados. O caráter explicativo foi apontado como facilitador para sua adoção, conforme argumentado anteriormente na Seção de Fundamentação Teórica.

5.2. Validação Técnica Preliminar

A validação preliminar do sistema foi realizada com um conjunto de 10 videoaulas previamente rotuladas, abrangendo diferentes estilos de apresentação. Todas passaram pelo fluxo completo de extração de metadados, análise visual e geração de recomendações, permitindo avaliar a robustez do sistema em situações reais.

Os módulos de detecção de resolução, duração e taxa de áudio apresentaram desempenho consistente, com 100% de acerto na identificação dos valores técnicos, demonstrando a confiabilidade das ferramentas utilizadas (como FFmpeg).

Para o estilo de apresentação, o modelo foi avaliado com base nas categorias *talking head*, *voice-over* e *apenas professor*, definidas por rotulagem manual. A acurácia geral foi de 90%, com apenas um erro: um vídeo rotulado como *talking head* foi classificado como *apenas professor*. A Tabela 2 apresenta os resultados detalhados. A precisão estimada para a classe *talking head* foi de 100%, enquanto a revocação foi de 80%, indicando que o modelo foi preciso nas classificações, mas ainda deixou de identificar um caso corretamente.

Tabela 2. Estudo piloto da classificação do estilo (n=10 videoaulas)

Métrica	Valor
Acurácia geral	90%
Precisão (<i>talking head</i>)	100%
Revocação (<i>talking head</i>)	80%
Classe mais confundida	<i>talking head</i> vs. <i>apenas professor</i>
Base de referência	Rotulagem manual por especialista

Esses resultados, embora preliminares, indicam que o sistema apresenta bom desempenho na tarefa de classificação automática do estilo de apresentação. A ampliação da base de testes permitirá uma avaliação quantitativa mais robusta nas próximas etapas. Observou-se, no entanto, que vídeos com sobreposição dinâmica de conteúdo — como transições frequentes entre slides, código e câmera — ainda representam um desafio para o modelo atual, que tende a priorizar a presença contínua do rosto do professor como principal indicador de estilo.

5.3. Avaliação da Interface

Pelo exemplo ilustrado na Figura 4 é demonstrado como o dashboard comunica de forma clara e imediata os aspectos técnicos analisados. O sistema de cores (verde para parâmetros adequados e vermelho para inadequados) é utilizado eficientemente pela interface, permitindo que o professor identifique rapidamente os pontos que necessitam de atenção. No caso específico apresentado, dois parâmetros estão em conformidade (Resolução: 1280x720p e Taxa de bits: 128 kbps), enquanto dois aspectos foram identificados como inadequados (Duração: 23 minutos e 47 segundos, e Classe do vídeo: Voiceover).

Para cada aspecto inadequado, é observado como recomendações estruturadas são apresentadas pelo sistema que incluem sugestões práticas, fundamentação científica e contextualização do impacto no aprendizado. Pela recomendação relacionada à duração são sugeridas alternativas como “reduzir a duração do vídeo, removendo conteúdo desnecessário ou dividindo-o em vídeos menores por conceitos de programação específicos”,

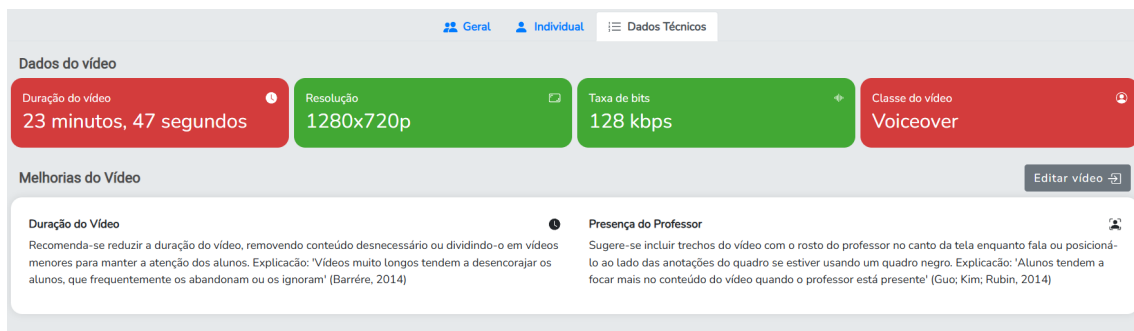


Figura 4. Interface do dashboard apresentando os resultados da análise técnica de uma videoaula de computação. Os parâmetros são destacados por cores (verde para adequados e vermelho para inadequados) e as recomendações incluem sugestões práticas e fundamentação científica.

enquanto pela recomendação sobre o estilo de apresentação é orientado a “incluir trechos do vídeo com o rosto do professor no canto da tela durante demonstrações de código”. Ambas são acompanhadas por citações de estudos relevantes que justificam as sugestões.

A interface foi elogiada por sua clareza na apresentação dos problemas e pelas explicações fundamentadas, o que facilitou a aceitação das recomendações pelos docentes.

5.4. Limitações do Sistema

Algumas limitações no atual estágio de desenvolvimento são reconhecidas:

- Adaptações dos parâmetros para diferentes subáreas da computação (programação, redes, banco de dados) são necessárias.
- O modelo atual apresenta limitação na identificação de padrões mais sutis de apresentação, o que pode afetar sua generalização.
- Ainda não foram implementadas soluções para lidar com videoaulas de alta complexidade visual, como aquelas que apresentam múltiplas janelas simultâneas com código, slides e ambientes de desenvolvimento. Essas situações requerem técnicas mais avançadas de segmentação de imagem e análise de contexto visual, cuja incorporação está prevista como etapa futura.
- A ausência de aplicação do sistema em ambientes educacionais reais configura uma limitação relevante nesta etapa. Embora os testes iniciais tenham demonstrado robustez técnica, ainda não foram conduzidos experimentos em massa com docentes e estudantes em situações autênticas de ensino, o que será fundamental para avaliar a usabilidade prática, a aceitação das recomendações e seu impacto efetivo na produção de videoaulas.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O sistema desenvolvido demonstrou eficácia na avaliação automatizada da qualidade técnica de videoaulas no ensino de computação. Utilizando técnicas de inteligência artificial e visão computacional, ele analisa quatro critérios essenciais de produção audiovisual e gera recomendações fundamentadas, adaptadas à realidade do ensino da área.

Sua principal contribuição está na integração entre análise técnica automatizada e entrega de sugestões explicáveis, favorecendo a produção de videoaulas mais claras e eficazes — como evidenciado nos testes iniciais.

A validação preliminar com 10 videoaulas indicou desempenho consistente dos módulos técnicos (100% de acerto para resolução, duração e áudio, e 90% de acurácia na classificação do estilo de apresentação), demonstrando a viabilidade da proposta. No entanto, para que o sistema atinja seu potencial de impacto, será essencial aplicá-lo em disciplinas reais com professores e alunos, de modo a observar a aceitação prática das recomendações, a usabilidade da interface e possíveis efeitos no aprendizado técnico.

A proposta ganha relevância especial no contexto brasileiro, marcado por limitações de acesso à internet, infraestrutura precária e carência de suporte técnico, sobretudo em instituições públicas. Segundo o IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2023], apenas 70,3% dos domicílios rurais na região Norte tinham acesso à internet em 2023. Tais desafios, amplamente documentados por estudos sobre infraestrutura e formação docente [FADC 2023, Oliveira e Cambraia 2020], reforçam a importância de soluções práticas e acessíveis como o sistema proposto, alinhado a iniciativas como o Programa Educação Conectada.

Dessa forma, o sistema propõe-se como uma ferramenta prática e baseada em evidências para apoiar a docência em computação, com potencial de impacto significativo especialmente em contextos educacionais desafiadores.

6.1. Trabalhos Futuros

Como desdobramentos futuros deste trabalho, propõem-se as seguintes ações:

- **Validação em contexto real:** aplicação do sistema em disciplinas reais de graduação, com coleta estruturada de feedback de docentes e estudantes. Essa etapa será crucial para avaliar a clareza das recomendações, sua aceitação e o impacto pedagógico efetivo da ferramenta em situações autênticas de ensino.
- **Avaliação quantitativa dos modelos:** adoção de métricas clássicas de desempenho (precisão, revocação, F1-score, matriz de confusão) para avaliar de forma mais rigorosa a eficácia dos classificadores, especialmente o de estilo de apresentação.
- **Expansão da base de testes:** treinamento e validação dos modelos em um conjunto ampliado de videoaulas, abrangendo diferentes estilos, disciplinas e níveis educacionais, além de ajustes conforme as particularidades de subáreas da computação como programação, redes e sistemas embarcados.
- **Soluções para vídeos complexos:** investigação de abordagens para lidar com múltiplas janelas, como demonstrações simultâneas de códigos, slides e interfaces. Técnicas como segmentação de tela, detecção de regiões de interesse (ROI) e reconhecimento óptico de caracteres (OCR) serão exploradas para análises mais precisas desses casos.

Referências

Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE—Life Sciences Education*, 15:es6.

- FADC (2023). Tecnologia e educação: Um olhar sobre os desafios da inclusão digital nas escolas públicas. Disponível em: <https://www.fadc.org.br/noticias/tecnologia-e-educacao>. Acesso em: 22 maio 2025.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2023). Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2023. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/f070dbf1d5a8e94ff1d37b7b516e0eb5.pdf. Acesso em: 22 maio 2025.
- Oliveira, W. e Cambraia, A. (2020). Desafios na formação de professores de computação: Reflexões e ações em construção. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola (WIE 2020)*, p. 319–328, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Raabe, A., Bernardes, A., e Junior, R. A. (2014). Produção e avaliação de videoaulas: Um estudo de caso no ensino de programação. In *Anais do XX Workshop de Informática na Escola (WIE 2014)*, p. 448–456, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Santos, R., Paiva, R., e Bittencourt, I. (2020). Análise da aceitação de recomendações explicadas de recursos educacionais para apoiar o ensino e a aprendizagem em um ambiente educacional online. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2020)*, p. 1413–1422, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Saurabh, S. e Gautam, S. (2019). Modelling and statistical analysis of youtube’s educational videos: A channel owner’s perspective. *Computers & Education*, 128:145–158.
- Shoufan, A. (2019a). Estimating the cognitive value of YouTube’s educational videos: A learning analytics approach. *Computers in Human Behavior*, 92:450–458.
- Shoufan, A. (2019b). What motivates university students to like or dislike an educational online video? a sentimental framework. *Computers & Education*, 134:132–144.
- Tintarev, N. e Masthoff, J. (2007). A survey of explanations in recommender systems. In *Proceedings of the 2007 IEEE 23rd International Conference on Data Engineering Workshop (ICDEW)*, p. 801–810. IEEE.