



EDITAL Nº 04/2026/PROPPG/IFPA – MENINAS NA CIÊNCIA

1 – Título do Projeto

ANÁLISE DAS VIBRAÇÕES DE ESTRUTURAS UTILIZANDO SMARTPHONE.

2 – Palavras-chave

Vibrações; Estruturas; *Smartphone*.

3 – Problemática e Justificativa

Há muito tempo, o monitoramento da saúde estrutural é uma preocupação recorrente na Engenharia Civil e na comunidade brasileira. Contudo, recentemente, tem se tornado mais comum o colapso de estruturas importantes, o que causa transtornos sociais, econômicos e riscos à vida da população. Um caso recente e emblemático é o desabamento da Ponte Rodoviária JK, que liga Estreito (MA) a Aguiarnópolis (TO), ocorrido no dia 22 de dezembro de 2024. Além dos transtornos mencionados, houve também um grave problema ambiental, uma vez que, no momento do desabamento, passavam pelo local um caminhão com 76 toneladas de ácido sulfúrico e outro com 22 mil litros de defensivos agrícolas, os quais foram despejados no Rio Tocantins (G1, 2026).

Em casos como esse, o tema do monitoramento da saúde estrutural ganha ainda mais relevância, principalmente em estruturas de grande porte, como a Ponte JK. O fator mais agravante relacionado ao desabamento está diretamente ligado a reformas mal executadas e a deformações excessivas causadas por sobrecargas aplicadas à ponte, conforme aponta laudo da Polícia Federal (ESTADÃO, 2026).

Casos como o da Ponte JK repercutem nos mais altos escalões sociais e políticos, como evidenciado pela criação de normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (DNIT, 2024) e pela Proposta de Emenda à Constituição nº 22/2025 (BRASIL, 2025).

O monitoramento da saúde estrutural de diversos tipos de estruturas é amplamente estudado nas Instituições de Ensino Superior (IES), como no Grupo de Instrumentação e Computação Aplicada à Engenharia – NICAIE (NICAIE, 2018), da Universidade Federal do Pará (UFPA). Entretanto, os estudos nessa área costumam se concentrar na modelagem numérica ou na instrumentação de estruturas de grande porte, como pontes. Trata-se de pesquisas relevantes, porém geralmente restritas a instituições com maior disponibilidade de recursos financeiros.

Como alternativa mais prática e acessível, autores como Chen et al. (2018), Chen et al. (2015) e Wadhwa et al. (2013) vêm desenvolvendo métodos de monitoramento da saúde estrutural baseados na captura de vibrações estruturais por meio de câmeras de alta velocidade. Os vídeos são posteriormente aprimorados com algoritmos de magnificação de movimentos vibracionais. Esses algoritmos já foram testados e validados em estudos científicos. Contudo, as câmeras de alta velocidade possuem custo elevado, o que dificulta sua aplicação cotidiana. Ainda assim, trata-se de uma alternativa potencialmente mais viável do que a instrumentação completa de grandes obras de engenharia.

O método descrito foi desenvolvido por uma universidade estadunidense e consiste na amplificação de pequenas vibrações que as estruturas civis apresentam quando submetidas a ações externas variáveis (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2019). Tais vibrações são frequentemente estudadas na disciplina de Dinâmica das Estruturas em cursos de mestrado e



doutorado. Já na graduação em Engenharia Civil, é mais comum o estudo de deformações provocadas por ações estáticas, conforme abordado em obras clássicas da área, como Hibbeler (2024), Martha (2022) e Hibbeler (2019).

Todavia, essas deformações são, na maioria das vezes, da ordem de milímetros ou frações de milímetro, tornando-se quase imperceptíveis a “olho nu”, assim como ocorre com as vibrações estruturais provocadas por ações dinâmicas. Nesse contexto, métodos capazes de detectar e amplificar essas vibrações tornam-se essenciais para a análise do comportamento estrutural, permitindo ao engenheiro civil compreender se a estrutura está respondendo de maneira adequada ou se há ocorrência de torções e flexões indesejadas.

Dessa forma, o presente projeto de pesquisa pretende implementar um procedimento já comprovado, porém de forma acessível, permitindo que profissionais da Engenharia Civil possam utilizá-lo no monitoramento de estruturas. Busca-se, assim, maior agilidade e confiabilidade na avaliação da segurança das estruturas na construção civil.

4 – Objetivos

Geral:

Analisar o comportamento vibracional de estruturas por meio de gravações de vídeos, filmados com auxílio da câmera de smartphones, os quais serão inseridos em linguagem de programação de alto nível com algoritmo de magnificação de movimentos.

Específicos:

- Gravar estruturas vibracionais com auxílio da câmera de vídeos de smartphones;
- Desenvolver o algoritmo de magnificação de movimentos vibracionais com auxílio da inteligência artificial (IA) ChatGPT;
- Aplicar o algoritmo de magnificação de movimentos na linguagem de programação de alto nível de código aberto Python.

5 – Metodologia

Para garantir maior aplicabilidade no desenvolvimento do produto final deste projeto, divide-se a metodologia em etapas condizentes com os objetivos, para que fique mais clara, adequada e atual a ordenação das ideias e viável para a execução. Desse modo, ao final, o cronograma seja atingido de forma apropriada. Assim, garante-se que a metodologia apresente clareza e ordenação de ideias de forma didática.

Etapas A: Revisão Bibliográfica.

Atividade realizada por: Coordenador/Orientador e Aluna Bolsista.

Para melhor embasar a pesquisa e tornar as Etapas B, C e E mais claras, atuais e adequadas, será realizada uma revisão bibliográfica das principais fontes que melhor apresentam a aplicabilidade do projeto, dentre as quais se destacam Chen et al. (2018) Chen et al. (2015) e Wadhwa et al. (2013). Esses artigos foram produzidos pelo grupo de pesquisa LISS (Laboratory for Infrastructure Science and Sustainability) do Massachusetts Institute of Technology (MIT), no projeto BeeView, que utiliza sensores distribuídos e técnicas de visão computacional para monitorar a integridade de estruturas por meio da análise de suas vibrações (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY,

2019).

Além disso, serão utilizados, também nesta etapa, clássicos livros de referência na área de estruturas, como Hibbeler (2024), Martha (2022) e Hibbeler (2019). Nessa etapa, poderão ser utilizadas outras bibliografias, desde que contribuam para as referências bibliográficas, tornando-as mais adequadas e atualizadas.

Etapa B: Gravar estruturas vibracionais com auxílio da câmera de vídeos de smartphones.
Atividade realizada por: Coordenador/Orientador e Aluna Bolsista.

Primariamente, esta etapa será realizada no Laboratório de Física do IFPA, campus Conceição do Araguaia, com a gravação de vídeos utilizando smartphones apoiados em tripés estáveis de uma estrutura vibrante, diapasão (Figura 01), equipamento este presente no laboratório. No diapasão será aplicada uma carga concentrada de punção suficiente para fazê-lo vibrar, enquanto ele vibra, será gravado um vídeo em formato .mp4, com resolução de 1080p e taxa de 240 fps (ou superior). Serão realizados, no mínimo, 10 vídeos para dois smartphones disponíveis, um da aluna bolsista e outro do Coordenador/Orientador, que são um iPhone 11 e um Moto G³⁰, respectivamente. A iluminação utilizada será a do laboratório, e o fundo do vídeo será na cor da própria parede do recinto. O diapasão será posicionado na bancada rígida de granito.

Todo o procedimento de gravação é perfeitamente possível de ser executado pela aluna bolsista, visto que o manuseio de aparelhos celulares é de uso comum por todos.



Descrição da imagem: Encontra-se um diapasão metálico, em formato de “U”, fixado verticalmente sobre uma base de madeira clara. O diapasão possui duas hastes paralelas e está preso por uma peça cilíndrica branca. Ao lado dele, apoiada na mesma base, há uma pequena baqueta metálica com uma ponta esférica transparente, semelhante a uma bolinha de vidro. Sobre a base de madeira, há uma etiqueta branca com a palavra “DIAPASÃO” escrita em letras maiúsculas vermelhas.

Figura 01: Diapasão.

Fonte: Acervo do autor.

Etapa C: Desenvolver o algoritmo de magnificação de movimentos vibracionais com auxílio da inteligência artificial (IA) ChatGPT.

Atividade realizada por: Aluna Bolsista.

Após o desenvolvimento da Etapa B, a próxima etapa é o desenvolvimento do algoritmo de magnificação de movimento, trata-se de um algoritmo capaz de amplificar pequenos movimentos nos vídeos gravados da etapa anterior. Segundo Chen et al. (2015, p. 59), o algoritmo é “baseado em fase e decompõe o sinal de um vídeo na amplitude e fase espaciais locais usando um banco de filtros de pirâmides orientáveis de valor complexo”. Esses sinais serão decompostos em uma série de Fourier senoidal, para depois serem “filtrados em banda temporalmente, ampliados e recombinaos para formar um vídeo com magnificação de movimento” (CHEN et al., 2015, p. 59). Esse processo



resultará em um vídeo com amplificação de movimento em faixas específicas de frequências. Assim, é possível amplificar a escala de pequenas vibrações, para que seja possível vê-las e detectá-las, resultando em um vídeo capaz de apresentar pequenas oscilações de forma ampliada que, sem a magnificação de movimento, não seria possível observar.

Para auxílio do algoritmo de magnificação de movimento, será usado o ChatGPT Plus, trata-se de uma IA cuja versão Plus consegue auxiliar de forma mais eficiente na resolução de problemas mais complexos e na programação e construção de aplicativos.

Etapas D: Aplicar o algoritmo de magnificação de movimentos na linguagem de programação de alto nível de código aberto Python.

Atividade realizada por: Aluna Bolsista.

Essa etapa é quase que simultânea à Etapa E, pois será necessário elaborar o algoritmo de magnificação de movimento e testá-lo em uma linguagem de programação de alto nível, como o Python. A escolha dessa linguagem se dá pelo fato de ter sua sintaxe simples e legível, semelhante ao inglês, facilitando o aprendizado e aumentando a produtividade. É uma linguagem versátil, ideal para ciência de dados, IA, automação e desenvolvimento web, contando com uma vasta biblioteca padrão e uma comunidade de desenvolvedores ativa. Além disso, é multiplataforma, gratuita (open source) e possui alta demanda no mercado de trabalho. Diante disso, essa linguagem também já é usada no curso de Engenharia Civil do IFPA, campus Conceição do Araguaia, sendo mais acessível e familiar à aluna bolsista.

Basicamente, o algoritmo desenvolvido na Etapa C, que será implementado no Python, precisará do vídeo gravado na Etapa B como input (entrada), que será processado e resultará em um output (saída) de um vídeo com ampliação de movimentos.

Nas Etapas C e D, a aluna bolsista poderá pôr em prática, de forma direta, seus ensinamentos adquiridos nas disciplinas de Informática Aplicada à Engenharia, Cálculo Numérico e Algoritmos e Programação, além de aplicar os conhecimentos das disciplinas da área de Estruturas de forma muito prática.

Etapas E: Entrega dos relatórios parciais/mensais.

Atividade realizada por: Coordenador/Orientador.

Os Relatórios Parciais/Mensais serão elaborados para divulgar e apresentar os resultados, principalmente, das Etapas B, C e D da pesquisa junto à gestão de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do campus. Não obstante, havendo avanços significativos antes do término do projeto, os relatórios ajudarão na divulgação em eventos científicos.

Etapas F: Entrega de Relatório Final do projeto e da Prestação de Contas do Recurso de Custeio.

Atividade realizada por: Coordenador/Orientador.

O Relatório Final do projeto e a Prestação de Contas do Recurso de Custeio serão elaborados para finalizar e apresentar os resultados das Etapas B, C e D da pesquisa junto à gestão de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação. Não obstante, a divulgação dos resultados será realizada em revista científica e evento científico..

6 – Resultados e Impactos Esperados

O principal resultado e impacto esperado é estimular o desenvolvimento de pesquisas no IFPA, que



proporcionem a participação, de maneira efetiva, de meninas na ciência aplicada de alto nível na região sudeste do Estado do Pará. Com esta pesquisa, será possível permitir que a estudante do curso superior em Engenharia Civil esteja inserida, de forma aplicada, na carreira científica, tecnológica e de inovação, incentivando que o trabalho estimule que outras alunas busquem se inserir cada vez mais na área científica.

Para melhor exemplificar o parágrafo anterior, será descrito a seguir como os resultados e impactos esperados serão obtidos.

- 1- Aplicabilidade no desenvolvimento de produtos ou processos inovadores, no ensino ou desdobramento em metodologias, materiais e/ou recursos para o ensino e/ou de transferência de tecnologia.

O projeto visa aplicar uma tecnologia desenvolvida em uma das melhores universidades do mundo, o MIT (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2019). Todavia, com um uso mais simplificado e popular, que é o smartphone, possibilitando também que a aluna possa desenvolver, de maneira inovadora, seus conhecimentos adquiridos em disciplinas cursadas durante o curso de Engenharia Civil. Com a finalização do projeto, será possível, com auxílio do Python, desenvolver uma metodologia capaz de colocar em prática o ensino aprendido em um, por exemplo, aplicativo de celular. Assim, o próprio aplicativo poderá filmar uma estrutura, realizar o processamento com o algoritmo de magnificação e gerar um vídeo no qual seja possível averiguar a verificação da vibração estrutural. Todo esse processo se iniciará nesta pesquisa, podendo o IFPA estar na vanguarda de uma aplicação prática capaz de gerar transferência de tecnologia entre centros de ensino superior, pois, nos estudos de Chen et al. (2018) Chen et al. (2015) e Wadhwa et al. (2013), o foco não foi o uso de smartphones.

- 2- Adequação das atividades previstas à natureza da Iniciação Científica.

Conforme descrito na metodologia, as atividades são perfeitamente exequíveis por uma aluna de um curso de ensino superior na área de Engenharia Civil, mostrando-se, de maneira eficaz, a coerência entre o título da pesquisa com os objetivos e, principalmente, a metodologia a ser usada. A adequação também está vinculada à originalidade da inovação do projeto, que consiste em usar uma tecnologia já desenvolvida, porém aplicada à realidade brasileira, mais especificamente a uma realidade regional, pois o uso de smartphone é totalmente condizente com o dia a dia de uma acadêmica e futura Engenheira Civil.

Sendo assim, a aluna bolsista poderá aplicar conhecimentos das disciplinas de Informática Aplicada à Engenharia, Cálculo Numérico e Algoritmos e Programação, aplicados à área de Estruturas, demonstrando total coerência e mérito científico do projeto em ações inovadoras para o aprimoramento científico da engenharia.

- 3- Apresenta aplicação e/ou desdobramentos na extensão.

Por maior que seja a relevância do projeto, a aplicação dele no mercado de trabalho, para auxiliar a vida de profissionais, empresas e da comunidade, é totalmente possível. Como apresentado em Chen et al. (2018), o qual aplica o algoritmo de magnificação na vibração de uma ponte localizada em Portsmouth, New Hampshire (Estados Unidos da América).

A câmera utilizada não foi de smartphone, e o algoritmo não foi aplicado ao Python, que é a proposta deste trabalho. Todavia, o trabalho apresenta que é perfeitamente possível usar essa tecnologia no monitoramento da saúde estrutural de estruturas de diversos portes.



Apesar de se compreender que este projeto já tem mérito essencial na engenharia, ele pode gerar produtos e processos futuros grandiosos em outros trabalhos científicos, como em temas de trabalhos de conclusão de curso (TCC), artigos científicos, protótipos e aplicativos reais aplicáveis na sociedade.

4- Perspectiva de impacto na formação científica, técnica, tecnológica e/ou artístico-cultural da discente.

A possibilidade de a aluna, ainda na graduação em Engenharia Civil, poder aplicar, de maneira altamente científica e tecnológica, o conhecimento adquirido na graduação é absolutamente extraordinária. Poder, antes mesmo de elaborar seu TCC, conseguir aliar, de forma fenomenal, ensino, pesquisa e extensão é o ideal do IFPA e de todo curso de graduação. Poder, posteriormente, dar prosseguimento futuro a este trabalho em atividades inovadoras, profissionais e pós-graduações só é possível com temas de alto impacto e relevância. Trazer a inovação, estudos existentes já citados e aplicá-los cientificamente no projeto atual, dando seguimento científico, é a base que a Engenharia Civil busca.

7 – Cronograma de atividades

2026						
ETAPAS	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Etapa A: Revisão Bibliográfica.	X	X				
Etapa B: Gravar estruturas vibracionais com auxílio da câmera de vídeos de smartphones.		X	X			
Etapa C: Desenvolver o algoritmo de magnificação de movimentos vibracionais com auxílio da inteligência artificial (IA) ChatGPT.		X	X	X	X	
Etapa D: Aplicar o algoritmo de magnificação de movimentos na linguagem de programação de alto nível de código aberto Python.			X	X	X	
Etapa Contínua: Entrega dos relatórios parciais/mensais.		X	X	X	X	X
Etapa E: Entrega de Relatório Final do projeto e da Prestação de Contas do Recurso de Custeio.						X

8 – Infraestrutura disponível para Realização das Atividades

Para a realização da pesquisa, serão utilizados o Laboratório de Física, o Laboratório de Informática da Engenharia e o Laboratório LabMaker do IFPA campus Conceição do Araguaia, assim como os equipamentos pertencentes a essas unidades, bem como as referências bibliográficas encontradas no sistema integrado de bibliotecas do campus Pergamum (INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ, 2026) e no sistema Target GedWeb (TARGET ENGENHARIA, 2026).



9 – Orçamento

Investimento Realizado		Valor
Material de Consumo	ChatGPT Plus R\$99,00/mês * 6 meses	R\$ 596,00
	Divulgação científica no III CONPEEXI	R\$ 120,00
	Curso on-line de Python	R\$ 200,00
	Tripé Universal para Celular e Câmera Suporte Ajustável	R\$ 84,00
	Câmera de alta velocidade 1000 fps	R\$ 1.084,00
Pessoa Jurídica	*	*
TOTAL		R\$ 2.000,00

10 – Referências

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. PEC 22/2025. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2605334>. Acesso em: 21 abr. 2026.

CHEN, Justin G. et al. Camera-based vibration measurement of the World War I Memorial Bridge in Portsmouth, New Hampshire. *Journal of Structural Engineering*, v. 144, n. 11, 2018.

CHEN, Justin G. et al. Modal identification of simple structures with high-speed video using motion magnification. *Journal of Sound and Vibration*, v. 345, p. 58–71, 2015

DALEY, Aaron J.; DAVIS, Brad; WHITE, Donald W. Shear strength of unstiffened steel I-section members. *Journal of Structural Engineering*, v. 143, n. 3, 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Inspeções em pontes e viadutos – Procedimento: Norma DNIT 010/2024 – PRO. Brasília: DNIT, 2024.

ESTADÃO. Laudo da PF aponta reformas mal executadas e negligência em ponte que caiu no rio Tocantins, diz TV. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/brasil/laudo-da-pf-aponta-reformas-mal-executadas-e-negligencia-em-ponte-que-caiu-no-rio-tocantins-diz-tv-nprm/>. Acesso em: 22 mar. 2026.

G1. Caminhão que registrou imagens da queda da ponte JK transportava agrotóxicos e foi retirado do rio; vídeo. Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2026/03/21/caminhao-que-registrou-imagens-da-queda-da-ponte-jk-transportava-agrotoxicos-e-foi-retirado-do-rio-video.ghhtml>. Acesso em: 22 mar. 2026.

HIBBELER, R. C. *Resistência dos materiais*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

HIBBELER, R. C. *Structural analysis*. 11. ed. English edition. Harlow: Pearson Education Limited, 2024.

INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ. *Pergamum – Sistema integrado de bibliotecas*. 2026. Disponível em: <https://pergamum.ifpa.edu.br/meupergamum>. Acesso em: 22 mar. 2026.

MARTHA, Luiz Fernando. *Análise de estruturas: conceitos e métodos básicos*. 3. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2022.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. BeeView: Multi-sensor monitoring of structure, measurement, inference, and visualization. Disponível em:



<https://web.mit.edu/liss/research-project-BeeView.html>. Acesso em: 21 mar. 2026.

NICAE – GRUPO DE INSTRUMENTAÇÃO E COMPUTAÇÃO APLICADA À ENGENHARIA. NICAIE. 2018. Disponível em: <https://ufpanicae.wordpress.com/>. Acesso em: 22 mar. 2026.

TARGET ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. *GEDWeb – Sistema de gestão de normas e documentos regulatórios*. São Paulo: Target Engenharia e Consultoria Ltda., 2026. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/main.asp>. Acesso em: 21 mar. 2026.

WADHWA, Neal; RUBINSTEIN, Michael; DURAND, Frédo; FREEMAN, William T. *Phase-based video motion processing*. ACM Transactions on Graphics, v. 32, n. 4, p. 80:1–80:10, 2013. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2461912.2461966>. Acesso em: 22 mar. 2026.