Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE POLIA TRASEIRA DO VIRABREQUIM EM CAMINHÕES VOLVO FMX 540 AUTOMÁTICOS: procedimento de substituição

MAINTENANCE OF THE CRANKSHAFT REAR PULLEY SYSTEM IN VOLVO FMX 540 AUTOMATIC TRUCKS: replacement procedure

Elias Teixeira Costa[I]
Victor Hugo Batista Nunes[II]
João Paulo Sachetto [III]

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo analisar o procedimento de substituição da polia traseira do virabrequim no caminhão Volvo FMX 540 automático, evidenciando sua relevância para o sincronismo do motor e a confiabilidade da frota em operações severas. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, revisão narrativa integrativa, de caráter descritivo e qualitativo, utilizando literatura técnica, normas brasileiras aplicáveis e estudos voltados à manutenção de motores pesados. Os resultados mostraram que a polia traseira não se configura como um componente periférico, mas como elemento crítico do sistema rotativo, responsável pela transmissão de torque ao comando de válvulas e à bomba de óleo. Foi constatado que a manutenção preventiva, quando realizada com ferramentas adequadas e respeitando especificações técnicas, amplia a disponibilidade operacional, reduz custos de reparo e contribui para prolongar a vida útil do motor, em contraste com os impactos negativos da manutenção corretiva. Como limitação, destacou-se a ausência de manuais técnicos específicos do modelo estudado, contornada pelo uso de fontes correlatas e normas técnicas do setor. Conclui-se que a substituição preventiva da polia traseira do virabrequim deve ser compreendida como parte de uma estratégia integrada de gestão da manutenção, com impactos diretos sobre a confiabilidade e a eficiência operacional de frotas de veículos pesados.

Palavras-chave: manutenção preventiva; virabrequim; caminhões pesados; Volvo FMX 540; confiabilidade.

ABSTRACT

This article aimed to analyze the procedure for replacing the rear crankshaft pulley on a Volvo FMX 540 automatic truck, highlighting its relevance for engine timing and fleet reliability in severe operations. The research was conducted through a literature review, an integrative narrative review, and a descriptive and qualitative approach, utilizing technical literature, applicable Brazilian standards, and studies focused on heavy-duty engine maintenance. The results showed that the rear pulley is not a peripheral component, but a critical element of the rotating system, responsible for transmitting torque to the valve train and oil pump. It was found that preventive maintenance, when performed with appropriate tools and following technical specifications, increases operational availability, reduces repair costs, and contributes to extending engine life, in contrast to the negative impacts of corrective

[I] Graduando, Fatec – Sertãozinho, e-mail: elias.costa4@fatec.sp.gov.br
[II] Graduando, Fatec – Sertãozinho, e-mail:victor.nunes9@fatec.sp.gov.br
[II] Professor e Mestre, Fatec – Sertãozinho, e-mail:joao.sachetto@fatec.sp.gov.br

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

maintenance. A limitation was the lack of specific technical manuals for the model studied, which was overcome by the use of related sources and industry technical standards. It is concluded that preventive replacement of the crankshaft rear pulley should be understood as part of an integrated maintenance management strategy, with direct impacts on the reliability and operational efficiency of heavy vehicle fleets.

Keywords: preventive maintenance; crankshaft; heavy trucks; Volvo FMX 540; reliability.

Data de submissão do artigo: 15/10/2025.
Data de aprovação do artigo: 19/11/2025.
DOI: https://doi.org/10.52138/citec.v17i01.570

1 INTRODUÇÃO

A manutenção de veículos pesados vai muito além de um cuidado de oficina. Ela é peça-chave para manter em movimento a engrenagem da logística e, com isso, sustentar a economia de setores como mineração, construção e transporte de longa distância. Quando pensamos em caminhões de grande porte, fica claro que uma falha no motor não afeta apenas a máquina. Toda a operação se desorganiza, prazos deixam de ser cumpridos e os custos aumentam. Por isso, a confiabilidade dos sistemas mecânicos é vital para garantir a disponibilidade da frota e reduzir gastos inesperados.

Entre os componentes mais críticos está a polia traseira do virabrequim, ela é responsável por transmitir torque a mecanismos essenciais, como o comando de válvulas e a bomba de óleo. Se essa peça falha, desencadeia um efeito em cascata que pode comprometer a lubrificação, desregular o sincronismo e até levar à parada completa do veículo. Por isso, a substituição preventiva não deve ser vista como simples rotina de oficina, mas como uma estratégia para preservar a confiabilidade e evitar altos custos com reparos corretivos.

A escolha por estudar esse componente no FMX 540 2015, encontra justificativa tanto na importância do modelo em operações de alta exigência quanto na ausência de publicações específicas em bases acadêmicas. Existe, portanto, uma lacuna de conhecimento a ser preenchida. Ao examinar os procedimentos de substituição, os riscos envolvidos e as boas práticas indicadas em normas técnicas e na literatura especializada, este trabalho busca contribuir para a prática profissional e para a reflexão acadêmica.

2 FUNDAMENTOS TÉCNICOS DA MANUTENÇÃO EM MOTORES DE VEÍCULOS PESADOS

César *et al.* (2017) definem o virabrequim como o coração do sistema de conversão de energia, responsável por transformar o vai e vem dos pistões em movimento rotativo contínuo. Qualquer irregularidade compromete a confiabilidade do motor, podendo gerar falhas de sincronismo ou queda de desempenho. Witek *et al.* (2017) acrescentam que, em motores pesados, essas falhas estão associadas principalmente à fadiga de alto ciclo, iniciada em regiões críticas como os furos de óleo, onde há maior concentração de tensões e deficiência de lubrificação. Nesse cenário, a engrenagem traseira do virabrequim nos motores Volvo D13 assume papel essencial, pois além de transmitir movimento, mantém o equilíbrio dinâmico e o sincronismo do conjunto. Qualquer desgaste ou desalinhamento, portanto, intensifica os esforços e favorece o surgimento de falhas, como reforçam Husaini, Putra e Novriandika (2020).

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Silva *et al.* (2024) reforçam a gravidade do tema ao destacar que problemas nas engrenagens do virabrequim estão entre as principais causas de paradas não programadas em frotas de transporte pesado. Os autores apontam como principais modos de falha o desgaste abrasivo causado por contaminação do óleo, a fadiga de contato nas superfícies dentadas e até mesmo erros de instalação.

Para Kardec e Nascif (2009), a melhor estratégia está na prevenção. Eles definem a manutenção preventiva como um conjunto de ações planejadas que buscam reduzir a chance de falhas por meio de inspeções e substituições programadas. Em contrapartida, a manutenção corretiva só acontece depois que a falha se manifesta, o que geralmente traz custos maiores e maior tempo de inatividade do equipamento.

Manuais técnicos de fabricantes de equipamentos pesados, como o JCB Service Manual 3CX/4CX (2015), mostram em detalhes rotinas de manutenção, ferramentas específicas e passos de desmontagem e montagem de peças críticas. Esse tipo de material evidencia o quanto é essencial seguir à risca as recomendações do fabricante em serviços de alta responsabilidade, como a troca da polia traseira do virabrequim em motores Volvo D13.

No caso do Volvo FMX 540, projetado para suportar cenários severos de mineração, construção e transporte em terrenos difíceis, a exigência sobre o virabrequim é ainda maior do que em veículos rodoviários comuns. Essa condição intensifica o desgaste precoce da engrenagem traseira e justifica a adoção de planos de manutenção mais rígidos, que incluam inspeções frequentes e substituições preventivas.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida com o propósito de analisar o procedimento de substituição da polia traseira do virabrequim em caminhões Volvo FMX 540 automáticos, buscando compreender os aspectos técnicos e operacionais envolvidos.

Para tanto, adotou-se uma abordagem metodológica pautada em princípios científicos de investigação, com definição clara do tipo de pesquisa, das fontes consultadas e das estratégias de análise utilizadas.

A seguir, descrevem-se os materiais e métodos empregados, bem como as etapas de levantamento e interpretação dos dados.

3.1 Materiais e métodos

A pesquisa foi conduzida de forma bibliográfica, com abordagem narrativa integrativa, de caráter descritivo e qualitativo. O percurso metodológico privilegiou a análise de literatura técnica e científica já consolidada, incluindo normas brasileiras relacionadas à mecânica automotiva, artigos publicados em periódicos especializados, dissertações e teses sobre confiabilidade de motores pesados e práticas de manutenção preventiva e corretiva.

O estudo recorreu a documentos equivalentes de fabricantes do setor de máquinas pesadas, bem como a normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para sustentar a análise dos procedimentos. Assim, o enfoque qualitativo possibilitou discutir a relevância da polia traseira do virabrequim no funcionamento global do motor, interpretando as implicações de seu desgaste e os efeitos das estratégias de manutenção aplicadas.

Portanto, a metodologia combina uma revisão bibliográfica ampla, a utilização de bases de dados acadêmicas (SciELO, *Google Scholar*, *ScienceDirect* e CAPES Periódicos) e a consulta a normas técnicas reconhecidas.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa são apresentados a seguir, com base na análise técnica do procedimento de substituição da polia traseira do virabrequim no caminhão Volvo FMX 540 automático. A seção reúne registros visuais, quadros e descrições detalhadas das etapas de manutenção, interpretadas à luz da literatura e das normas técnicas aplicáveis.

Nesse contexto, a discussão busca relacionar os achados práticos aos fundamentos teóricos abordados anteriormente, evidenciando as boas práticas de manutenção, a importância da prevenção de falhas e os impactos sobre a confiabilidade do motor e a disponibilidade operacional da frota.

4.1 Equipamentos de proteção individual (EPIs)

A manutenção de veículos pesados não pode ser pensada de forma isolada, ela garante a segurança do trabalho e com a responsabilidade ambiental, adotar medidas preventivas é tão importante quanto executar o procedimento técnico em si. Um descuido seja no uso dos equipamentos de proteção individual, seja no descarte incorreto de resíduos, compromete a qualidade do serviço e a integridade física das pessoas envolvidas e o equilíbrio do meio ambiente.

Esses fatores aumentam o risco de acidentes, tornando indispensável o uso adequado dos equipamentos de proteção individual (EPIs). Para facilitar a prática, o quadro 1 reúne os principais EPIs recomendados para a substituição, organizados conforme a categoria de risco e sua finalidade. Conforme estabelece a NR-6 (Brasil, 1978), o uso adequado dos equipamentos de proteção individual é obrigatório.

Quadro 1 – Equipamentos de proteção individual (EPI)

Categoria de risco	Equipamento de proteção individual (EPI)	Finalidade principal
Projeção de partículas e respingos	Óculos de segurança com proteção lateral	Evitar contato de fragmentos metálicos, óleo ou solventes com os olhos
Contato com óleo e solventes	Luvas nitrílicas ou de couro tratadas	Proteger contrairritações cutâneas e cortes durante a manipulação de peças
Risco de queda de objetos	Calçado de segurança com biqueira de aço	Proteger pés contra impacto e esmagamento
Exposição a ruído	Protetor auricular tipo concha ou plug	Reduzir danos auditivos em ambientes de alta vibração sonora
Inalação de vapores	Máscara com filtro para vapores orgânicos	Evitar inalação de solventes e névoas de óleo durante limpeza e montagem
Risco geral de oficina	Vestimenta de proteção (macacão antichamas ou algodão grosso)	Proteger corpo contra sujeira, calor e respingos diversos

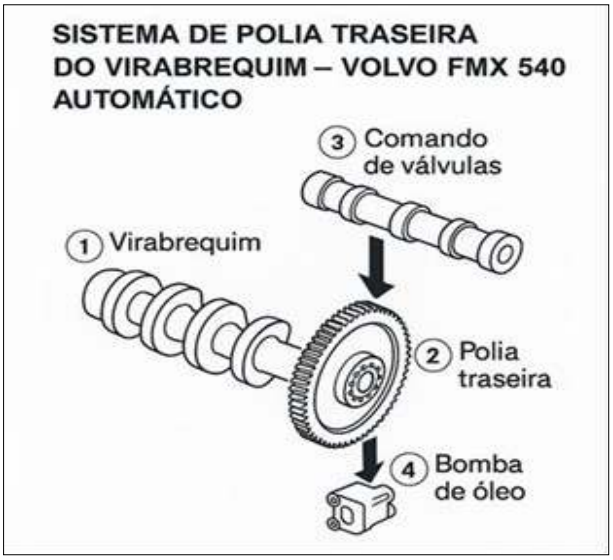
Fonte: elaborado pelos autores (2025) de acordo com a NR-6 Brasil (1978)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

4.2 Procedimento de substituição

Na Figura 1 está representado o sistema da polia traseira do virabrequim no motor do Volvo FMX 540. O virabrequim aparece no centro do conjunto, com a polia traseira acoplada a ele e conectada diretamente ao comando de válvulas e à bomba de óleo.

Figura 1 – Sistema de polia traseira do virabrequim no Volvo FMX 540 automático



Fonte: elaborada pelos autores (2025)

O sistema de polia traseira do virabrequim, o componente principal (1) é responsável por converter o movimento alternado dos pistões em movimento rotativo. Acoplada a ele, encontra-se a polia traseira (2), destacada no centro do esquema, que transmite o torque para os mecanismos auxiliares. Na parte superior, está representado o comando de válvulas (3), ligado à polia traseira para assegurar o sincronismo na abertura e fechamento das válvulas de admissão e escape. Logo abaixo, observa-se a bomba de óleo (4), que também recebe movimento a partir desse sistema, garantindo a circulação do lubrificante por todo o motor.

Figura 2 - Vista geral do conjunto motor, transmissão antes do início da desmontagem



Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Nesta etapa inicial observa-se o conjunto motor-transmissão ainda montado, antes do início da manutenção. A Figura 2 mostra a posição do motor dentro do chassi, evidenciando a necessidade de procedimentos prévios como bloqueio de energia (LOTO), drenagem do óleo e remoção de periféricos para permitir a desmontagem segura. Além disso, esta etapa reforça a importância da organização das ferramentas específicas, como torquímetros, chaves de impacto controlado, relógio comparador e extrator de polia, que devem estar calibrados e em conformidade com as especificações do fabricante.

Do ponto de vista técnico, a preparação reduz riscos de acidentes e falhas durante a intervenção e contribui para a eficiência do processo de substituição. Uma desmontagem mal planejada pode resultar em contaminação por resíduos, desgaste adicional em componentes adjacentes e até mesmo aumento do tempo de inatividade do veículo, impactando diretamente a disponibilidade operacional da frota.

Figura 3 - Exposição do volante do motor e conjunto de embreagem após a retirada da transmissão



Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Com a retirada da transmissão, o volante do motor e o conjunto de embreagem ficam expostos, fixados diretamente ao virabrequim. Essa etapa é importante, pois a desmontagem desses elementos libera o acesso ao trem traseiro de engrenagens, onde se localiza a polia a ser substituída.

O volante garante a regularidade do giro do motor e serve de interface para o acoplamento da transmissão, enquanto a embreagem possibilita a transferência suave de torque. Por isso, sua remoção deve ser feita com aperto e desaperto cruzado, evitando tensões desiguais que possam comprometer o virabrequim ou deformar o platô. Além disso, este momento é oportuno para inspecionar sinais de desgaste, trincas ou marcas de aquecimento, prevenindo falhas futuras e agregando valor à intervenção.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Figura 4 - Trem de engrenagens traseiro do virabrequim exposto, nesta condição realiza-se a substituição da polia/engrenagem traseira



Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Com a tampa traseira removida, o trem de engrenagens do virabrequim fica exposto, revelando as marcações de sincronismo que orientam o processo de montagem. É nesta condição que ocorre a substituição da polia traseira, peça responsável por transmitir o movimento ao comando de válvulas e à bomba de óleo.

O correto alinhamento das engrenagens é essencial para preservar o sincronismo do motor. Por isso, utiliza-se a ferramenta de travamento OEM, que imobiliza o virabrequim e o comando durante a intervenção, evitando deslocamentos indesejados. Nessa etapa, a desmontagem deve ser conduzida com o uso de extratores específicos e torquímetros calibrados, assegurando que a instalação da nova polia atenda ao método torque + ângulo, conforme especificações do fabricante.

Além da troca da peça, recomenda-se avaliar o estado das engrenagens adjacentes, verificando sinais de desgaste, trincas ou desalinhamentos que possam comprometer a durabilidade do conjunto. Assim, esta etapa consolida-se.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Figura 5 - Vista inferior do virabrequim e mancais principais com cárter removido, para inspeção dimensional e de desgaste/ovalização antes da montagem final



Fonte: elaborado pelos autores (2025)

A remoção do cárter permite a visualização direta do virabrequim e dos mancais principais, possibilitando uma inspeção criteriosa antes da montagem final. Nesta etapa, verificam-se aspectos dimensionais, ovalização, trincas e desgastes que poderiam comprometer a vida útil do motor. Essa análise complementar amplia a confiabilidade da intervenção, já que evita que irregularidades passem despercebidas durante a substituição da polia traseira.

Ao fazer-se esse tipo de inspeção o procedimento ganha caráter mais abrangente, unindo substituição programada e diagnóstico preventivo. Esse cuidado extra reforça o princípio de que a manutenção não deve apenas corrigir falhas, mas também antecipá-las, assegurando maior durabilidade ao conjunto.

Além das etapas ilustradas, o processo de substituição da polia traseira do virabrequim requer a utilização de ferramentas específicas, cuja escolha correta é determinante para a segurança e a precisão da intervenção. A seguir, o quadro 2 reúne os principais instrumentos empregados em cada fase da manutenção, destacando sua finalidade no procedimento.

Quadro 2 - Ferramentas utilizadas no processo de substituição da polia traseira do virabrequim

Etapa	Ferramentas principais	Finalidade no processo
Preparação inicial	Conjunto LOTO (bloqueio/etiquetagem), bandeja de drenagem de óleo, jogo de soquetes e chaves combinadas	Isolamento de energia, drenagem segura de fluidos e desmontagem preliminar
Elevação e desacoplamento da transmissão	Macaco de transmissão (capacidade até 2.000 kg), guincho/*engine crane*, centrador de embreagem, soquetes 3/4" e extensões	Suporte da caixa de câmbio, desacoplamento seguro do *powertrain*
Posicionamento e travamento do virabrequim	Ferramenta de girar o virabrequim (OEM 88800014/88840317), ferramenta de travamento OEM do sincronismo, guias da tampa do trem traseiro	Imobilização e posicionamento correto para marcações e desmontagem da tampa traseira

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Acesso e substituição da polia/engrenagem traseira	Extrator de polia/engrenagem, instalador do retentor traseiro (OEM 9990166 ou equivalentes)	Remoção da polia antiga e instalação da nova engrenagem/retentor sem danos
Aperto e controle dimensional	Torquímetro com medidor de ângulo ou transferidor, relógio comparador (0,01 mm) com base magnética, lâminas calibradoras e paquímetro	Aplicação do método torque + ângulo, checagem de batimento e folgas dimensionais
Selagem de fixadores	Trava-rosca média (Loctite 243) e alta (Loctite 270/2702)	Garantir fixação correta dos parafusos conforme especificações do fabricante

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou o procedimento de substituição da polia traseira do virabrequim no caminhão Volvo FMX 540 automático, destacando sua importância para o sincronismo do motor, a lubrificação adequada e a confiabilidade da frota em operações severas. A revisão bibliográfica permitiu compreender que esse componente, embora de dimensões reduzidas, exerce papel estratégico no desempenho do conjunto e que sua falha pode gerar consequências em cascata.

Os resultados apontaram que a manutenção preventiva, quando executada com ferramentas adequadas e conforme especificações técnicas, reduz custos, amplia a disponibilidade operacional e aumenta a vida útil do motor, em contraste com os impactos negativos da manutenção corretiva.

Como limitação, ressalta-se a ausência de acesso a manuais específicos do modelo estudado e a escassez de literatura dedicada ao FMX 540, contornada pelo uso de fontes correlatas. Pesquisas futuras podem incluir estudos de campo e análises empíricas diretamente em frotas Volvo para validar os achados em ambiente real.

Conclui-se que a substituição preventiva da polia traseira do virabrequim deve ser compreendida não apenas como procedimento técnico, mas como parte de uma estratégia de confiabilidade e gestão da manutenção de caminhões pesados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-6 – Equipamento de Proteção Individual (EPI)**. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6. Acesso em: 28 ago. 2025.

CÉSAR, Júlio et al. **Transformação de movimento do pistão**. 2017. Disponível em: https://www.ifmg.edu.br/arcos/documentos-do-site/tai-2017-2/tai2-movimento-do-pistao.pdf. Acesso em: 23 ago. 2025.

HUSAINI; PUTRA, Tria; NOVRIANDIKA, S. **Study of failure analysis of a fracture crankshaft pulley used on a truck engine**. *IOP Conference Series: Materials Science and*

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Engineering, v. 739, p. 012018, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339105552_Study_of_Failure_Analysis_of_a_Fracture_Crankshaft_Pulley_Used_on_a_Truck_Engine. Acesso em: 20 ago. 2025.

JCB. **Service manual: 3CX, 4CX, 214, 215, 217**. Rocester: JCB Service Department, 2015. Disponível em: https://s.siteapi.org/d5acc70fec8942c/docs/38dbc9fff4c21eec3caae75d17cd0bccdb70b0c2.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/721932082/Kardec-Nascif-Manutencao-Funcao-Estrategica. Acesso em: 29 ago. 2025.

SILVA, Eduardo Freitas et al. **Estudo sobre falhas em eixos virabrequim aplicados nos motores diesel**. *Revista Científica Espaço Acadêmico*, p. 106, 2024. Disponível em: https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2024/09/Revista-Espaco-Academico-v14-n1-2024-completa.pdf#page=106. Acesso em: 23 ago. 2025.

WITEK, Lucjan et al. **Stress and failure analysis of the crankshaft of diesel engine**. *Engineering Failure Analysis*, v. 82, p. 703–712, 2017. Disponível em: https://sci-hub.se/10.1016/j.engfailanal.2017.06.001. Acesso em: 25 ago. 2025.