

Índice de reprovação em mecânica dos Fluidos na Engenharia Mecânica da UFMT**Index of reprovation in mechanical Fluid in Mechanical Engineering of UFMT**

DOI:10.34117/bjdv6n9-342

Recebimento dos originais: 08/08/2020

Aceitação para publicação: 15/09/2020

Silmara Bispo dos Santos

Doutora em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Endereço: Avenida dos Estudantes, 5055 - Cidade Universitária, Rondonópolis - MT, Cep: 78736-901

E-mail: syllmara@gmail.com

Emanuel Marcus Fabian

Graduação em Engenharia Mecânica em andamento

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Endereço: Avenida dos Estudantes, 5055 - Cidade Universitária, Rondonópolis - MT, Cep: 78736-901

E-mail: emanuel.mfabian@gmail.com

RESUMO

Neste artigo estão apresentados os resultados de uma pesquisa onde foram abordados e analisados os índices de reprovação na disciplina de Mecânica dos Fluidos do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Mato Grosso- cidade de Rondonópolis. Diante das dificuldades observadas ao longo de vários semestres em estabelecer uma metodologia que possa contribuir de fato com o aumento do índice de aprovação na disciplina de Mecânica dos Fluidos este trabalho foi realizado com o intuito de fazer um levantamento prévio dos dados referentes ao desempenho e da frequência dos estudantes em sala de aula. Os dados de médias obtidas e número de faltas foram analisados para as populações de estudantes aprovados e reprovados ao longo de sete semestres. Dos resultados obtidos, foi possível concluir que dos sete semestres avaliados, apenas um teve índice de reprovação inferior a 50%, sendo que 2016/1, 2017/1 e 2017/2 foram os semestres letivos com os mais altos índices de reprovação. Com relação ao número de faltas, conclui-se que os estudantes com maiores números de faltas em sua maioria estão entre os alunos reprovados, enquanto uma maior frequência nas aulas é observada para alunos que são aprovados. Apenas a presença nas aulas de mecânica dos fluidos não determina a situação do estudante, no entanto há evidências de que contribui para o sucesso na aquisição de conhecimento da disciplina. O planejamento de atividades alternativas deverá fazer parte de um projeto pedagógico a ser implementado para os próximos semestres com objetivo de melhorar/facilitar a compreensão da mecânica dos fluidos ao estudante de Engenharia Mecânica.

Palavras-chave: Engenharia, Mecânica dos Fluidos, Ensino.**ABSTRACT**

This article presents the results of a research where the failure indexes were studied and analyzed in the discipline of Fluid Mechanics of the Mechanical Engineering course of the Federal University

of Mato Grosso – Rondonópolis city. In view of the difficulties observed over several semesters in establishing a methodology that could actually contribute to the increase of the approval rate in the discipline of Fluid Mechanics, this work was carried out with the intention of making a previous survey of the data regarding performance and attendance of students in the classroom. The obtained means and number of absences data were analyzed for the populations of students approved and disapproved during seven semesters. From the results obtained, it was possible to conclude that of the seven semesters evaluated, only one had a failure rate of less than 50%, with 2016/1, 2017/1 and 2017/2 being the semesters with the highest failure rates. With regard to the number of absences, it is concluded that the students with the greatest number of absences are mostly among the students who are disapproved, while a higher frequency in the classes is observed for students who are approved. Only the presence in the classes of fluid mechanics does not determine the student's situation, however there is evidence that it contributes to the success in the acquisition of knowledge of the discipline. The planning of alternative activities should be part of a pedagogical project to be implemented for the next semesters in order to improve / facilitate the understanding of the mechanics of fluids to the student of Mechanical Engineering.

Keywords: Engineering, fluid mechanics, teaching.

1 INTRODUÇÃO

A Mecânica dos Fluidos é uma disciplina básica e obrigatória para o curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT assim como para outros cursos de engenharia. Nos cursos de Engenharia, a Mecânica dos Fluidos pode estar apresentada de forma individualizada ou em conjunto com a Transferência de Calor e Termodinâmica constituindo uma disciplina denominada Fenômenos de Transporte. Ela é essencial ao curso e tem como objetivo oferecer os conhecimentos sobre o comportamento dos fluidos enquanto fundamentais sobre.

O ensino e a aprendizagem da Mecânica dos Fluidos são sempre desafiadores devido à natureza complexa dos fenômenos abordados e da matemática envolvida. As aulas práticas experimentais têm sido consideradas ao longo de anos como ferramentas de aprendizagem para este tipo de disciplina nos cursos de Engenharia, porém com a diminuição de recursos financeiros para aquisição de equipamentos didáticos adequados e com a falta de profissionais técnicos para dar suporte às aulas práticas, a relação ensino-aprendizagem tem se tornado cada vez mais difíceis nos cursos de Engenharia. A infraestrutura laboratorial tem sido considerada muitas vezes, inadequada ou insuficiente para uma prática experimental que promova uma facilidade para o aluno na compreensão dos conteúdos ministrados. Como resultado, os alunos não conseguem alcançar resultados efetivos de aprendizado. No Curso de Engenharia Mecânica da UFMT, apesar dos esforços com manutenção de monitores e técnicas de resolução de problemas aplicadas em sala de aula e em horários extracurriculares, os índices de reprovações continuam elevados fazendo com que seja necessário a busca por metodologias alternativas ou complementares que possam promover

melhora no processo de aprendizagem pelos acadêmicos. Diante das dificuldades observadas ao longo de vários semestres em estabelecer uma metodologia que possa contribuir de fato com o aumento do índice de aprovação na disciplina de Mecânica dos Fluidos este trabalho foi realizado com o intuito de fazer um levantamento prévio dos dados referentes ao desempenho dos estudantes e da frequência dos estudantes em sala de aula. Com este levantamento e a vivência em sala de aula ministrando a disciplina entre os anos de 2015 a 2018, busca-se estabelecer medidas e métodos alternativos que possam ser implementados aos estudantes dos anos subsequentes para minimizar os problemas relatados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Female Swiss mice aged between 6 and 8 weeks and body weight between 20 and 30 g were used. The animals were kept in polypropylene cages at a temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and subjected to a 12-hour light and dark cycle with free access to water and a controlled diet based on pellet food (PURINA) throughout the trial period. The mice were supplied by the Central Animal House Professor Thomas George of the Research Institute of Drugs and Medicines of the Federal University of Paraíba (IPeFarM / UFPB / João Pessoa, PB). Experimental protocols were carried out in accordance with the recommendations of the Committee for Experimentation in Animal Research at UFPB (CEUA / UFPB). Animals were euthanized by an overdose of anesthetics (xylazine 48 mg / kg + ketamine 360 mg / kg) administered intramuscularly (i.m.). All experimental procedures were analyzed and approved by CEUA / UFPB, under certificate n°4773180418 (ID 000296).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após organização dos dados e análise obteve-se a Tabelas 1 onde estão apresentadas as quantidades de alunos aprovados e reprovados bem como o índice de reprovação em cada semestre avaliado. Na Tabela 2 estão apresentados as médias obtidas para as populações de alunos aprovados e reprovados a partir das notas finais dos estudantes de mecânica dos fluidos em cada semestre.

Tabela 1 – Número de estudantes aprovados e reprovados na disciplina de mecânica dos fluidos e índice de reprovação por semestre letivo.

Número de Estudantes	Semestre Letivo						
	2015/1	2015/2	2016/1	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1
Aprovados	16	19	12	30	10	10	24
Reprovados	32	34	39	22	40	43	26
Total	48	53	51	52	50	53	50
Índice de Reprovação	66,67	64,15	76,47	42,31	80,00	81,13	52,00

Tabela 2 – Notas médias e desvio padrão obtida para a população de estudantes aprovados e reprovados na disciplina de mecânica dos fluidos por semestre letivo

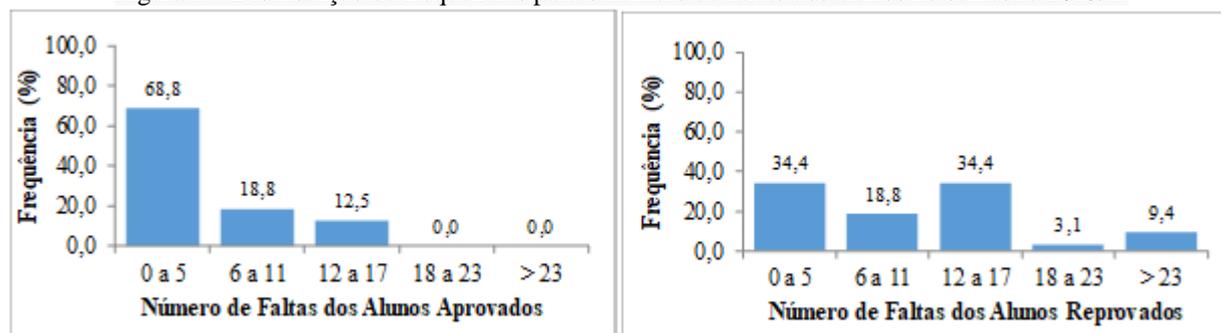
Estudantes	Semestre Letivo						
	2015/1	2015/2	2016/1	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1
Aprovados (Média)	6,52	7,07	6,35	6,83	5,77	7,27	6,53
DP	0,96	1,40	0,93	1,11	0,81	1,45	1,13
Reprovados (Média)	1,84	1,44	2,43	2,37	1,70	2,23	2,40
DP	1,30	1,25	1,10	1,19	1,32	1,30	1,29

De acordo com a Tabela 1 e 2, observa-se que os índices de reprovação foram elevados na maioria dos semestres, chegando-se ao máximo de 81,13% no semestre 2017/2. Os menores índices de reprovação (42,31% e 52,00%) ocorreram nos semestres letivos de 2016/2 e 2018/1.

Com relação às médias obtidas para as populações formadas por alunos aprovados e reprovados, verifica-se que a média acima de 7,0 para a população de aprovados só ocorreu nos semestres 2015/2 e 2017/2. Isso ocorre pelo fato de que em todo semestre um determinado percentual de estudantes é aprovado após realizarem as provas finais, cuja média para aprovação cai de 7,0 para 5,0, de acordo com o regimento acadêmico. O que fica evidente de acordo com os dados é que os alunos que reprovam obtêm médias muito baixas quando comparado ao mínimo exigido para aprovação. A média mais alta obtida para a população composta de alunos reprovados foi de 2,43 no semestre 2016/1. Os baixos valores de desvios padrões indicam que não há uma grande dispersão das médias individuais de cada indivíduo em torno da média da população. Ainda de acordo com os dados, não parece existir relação direta entre os maiores índices de reprovação e as médias obtidas pelas populações de estudantes aprovados e reprovados, ou seja, os maiores índices de reprovação não ocorrem necessariamente nos semestres onde ocorrem as piores médias.

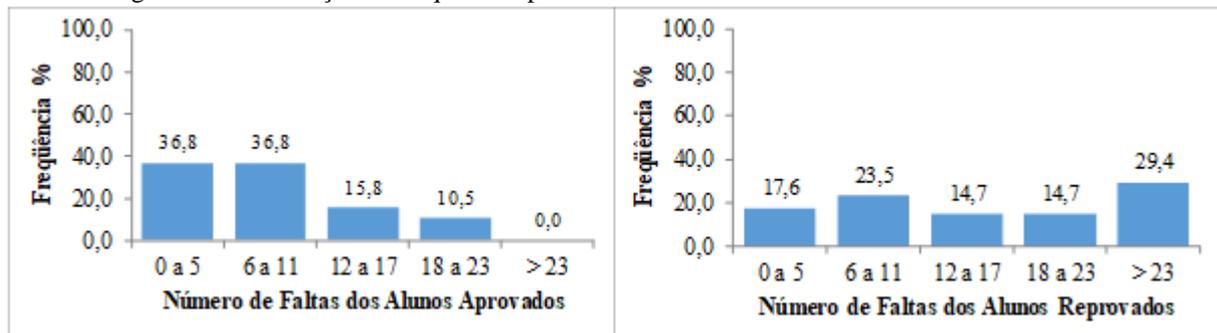
O número de faltas dos alunos aprovados e reprovados em cada semestre está representada por histogramas de distribuição de frequência nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 onde os dados de faltas foram organizados em classes para a construção dos diagramas.

Figura 1 – Distribuição de frequências para o número de faltas dos alunos no semestre 2015/1.



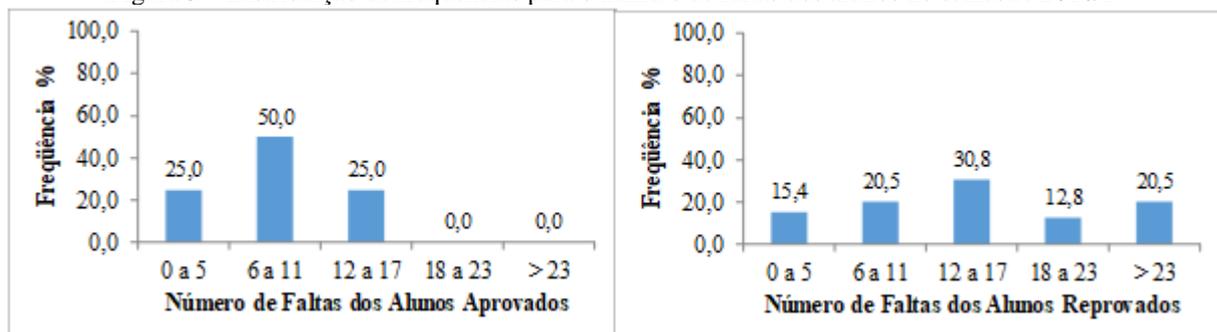
No semestre 2015/1 a maioria dos estudantes aprovados tiveram baixo ou médio número de faltas na disciplina de mecânica dos fluidos, conforme pode ser observado na distribuição de frequências para os dados de número de faltas. De um total de 16 alunos aprovados, 68,8% tiveram de 0 a 5 faltas e 31,3% dos alunos estão distribuídos entre os intervalos de 6 a 11 faltas e 12 a 17. Os alunos com número de faltas entre 0 e 11 somam 87,6%, ou seja, quase a totalidade de alunos aprovados. Entre os alunos aprovados não houve ocorrência de alunos que tenham ultrapassado o limite de 25% (equivalente a 22 faltas) de faltas permitidos pelo regimento interno da universidade. Para os alunos reprovados, observa-se que 34,4% dos estudantes tiveram número de faltas entre 0 e 5 e entre 12 e 17. A frequência de ocorrência de alunos com número de faltas maior que 23 foi de 9,4%.

Figura 2 – Distribuição de frequências para o número de faltas dos alunos no semestre 2015/2.



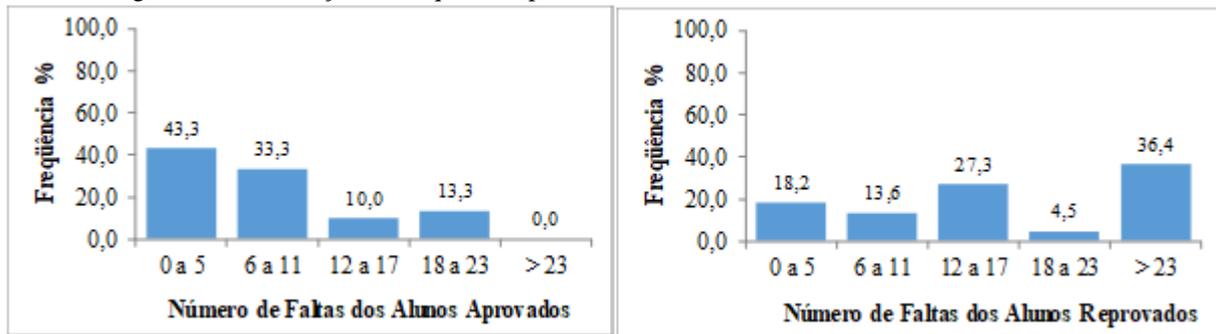
Para o semestre 2015/2, para os aprovados também se verifica uma prevalência de alunos com baixas quantidades de faltas, sendo que 73,6% do total de aprovados tiveram número de faltas entre 0 e 11. Neste semestre verificou-se uma maior frequência de ocorrência de alunos faltosos entre os alunos reprovados, comportamento bastante diferente do que foi observado no semestre anterior. Neste caso, 29,4% dos estudantes tiveram número de faltas acima de 23, ou seja, ultrapassaram o limite de 25% de faltas permitidas pelo regimento.

Figura 3 – Distribuição de frequências para o número de faltas dos alunos no semestre 2016/1.



Para o semestre 2016/1, observa-se que não houve ocorrência de alunos entre os aprovados com número de faltas acima de 17, sendo que a maioria (50%) desta população de estudantes teve número de faltas entre 6 e 11 e 75% do total tiveram entre 0 e 11 faltas no semestre. Para os alunos reprovados neste semestre letivo, 20,5% do total tiveram mais que 23 faltas no semestre e uma quantidade representativa da população teve entre 12 e 23 faltas.

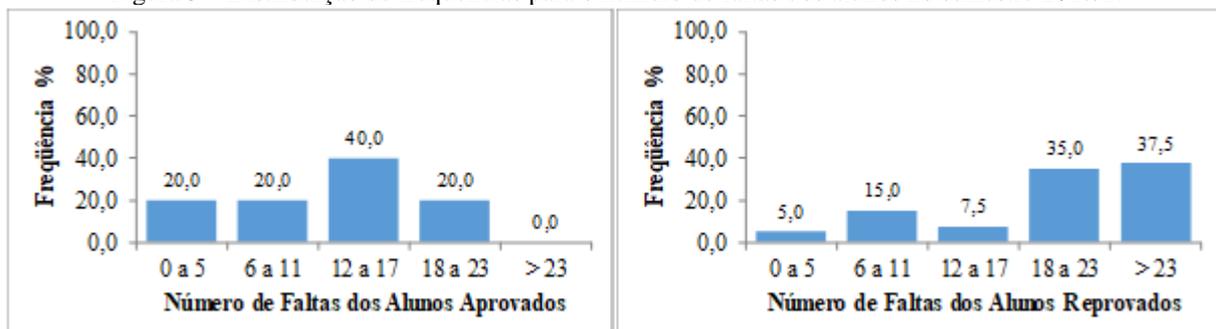
Figura 4 – Distribuição de frequências para o número de faltas dos alunos no semestre 2016/2.



No semestre 2016/2, apesar de ser observado um aumento no número de faltosos (13,3% de alunos com 18 a 23 faltas) entre os alunos aprovados, uma grande maioria (76,6% dos aprovados) tiveram número de faltas entre 0 e 11. Este evento coincide com o semestre cujo índice de reprovação foi de 42,31%, o menor de todos os semestres avaliados. Neste semestre, quando se avaliou a ocorrência de faltas entre os alunos reprovados, verifica-se um maior (36,4%) número de alunos com mais do que 23 faltas. 27,3% dos estudantes reprovados tiveram número de faltas entre 12 e 17. Um total de 68,2% dos estudantes reprovados teve número de faltas acima de 12.

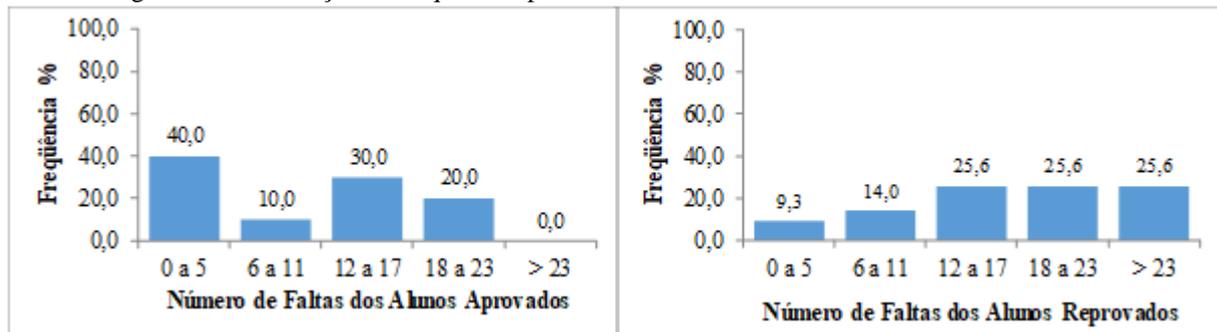
Para os semestres 2017/1 e 2017/2, entre os alunos aprovados, observou-se uma maior proporção de alunos com número de faltas entre 12 e 17, quando comparado aos semestres anteriores.

Figura 5 – Distribuição de frequências para o número de faltas dos alunos no semestre 2017/1.



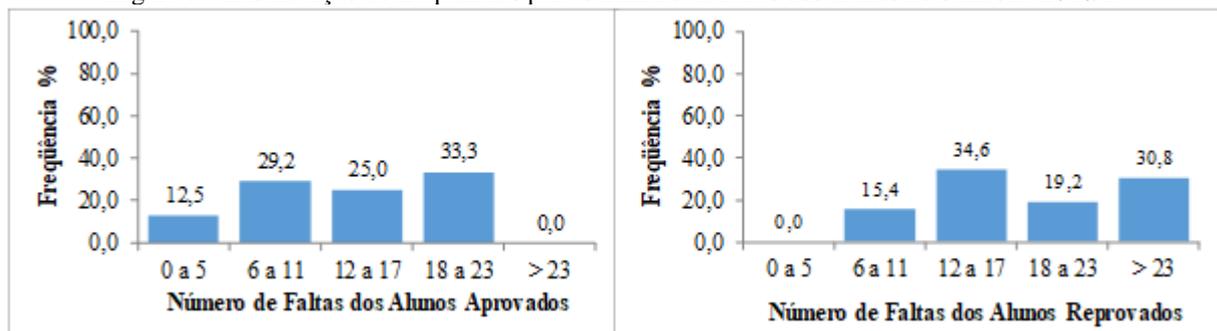
Para o semestre 2017/1 apenas 20% dos estudantes tiveram entre 0 a 5 faltas no semestre, sendo que no semestre 2017/2 uma maior proporção de alunos (40%) manteve seu número de faltas dentro deste limite (entre 0 e 5). Entre os alunos reprovados observou-se novamente uma grande ocorrência de alunos faltosos. Neste caso, mais de 50% dos estudantes apresentaram número de faltas acima de 50%. Nestes semestres, foram observados os maiores índices de reprovação (80,00% e 81,13%, para 2017/1 e 2017/2, respectivamente).

Figura 6 – Distribuição de frequências para o número de faltas dos alunos no semestre 2017/2.



Assim como para os semestres 2017, o semestre 2018/1 a distribuição de faltas entre os estudantes aprovados e reprovados mostrou que uma grande quantidade dos alunos reprovados possui elevado número de faltas, enquanto entre os alunos aprovados, uma menor proporções de estudantes podem ser considerados faltosos na disciplina de mecânica dos fluidos.

Figura 7 – Distribuição de frequências para o número de faltas dos alunos no semestre 2018/1.



Diante dos resultados, foi possível observar que o sucesso dos estudantes e sua aprovação na disciplina está relacionado entre outros fatores com a participação (assiduidade e frequência) nas aulas. A mecânica dos fluidos é uma disciplina que envolve um conteúdo extenso sendo em cada aula apresentado conteúdos teóricos sempre com exposição de exercícios práticos com explicações de fundamentos durante a resolução dos problemas. A maior quantidade de faltas não é um fator

determinante para aprovação, porém visivelmente interfere no processo de compreensão do conteúdo pelo estudante. Isso pode ser evidenciado pela maior quantidade de alunos faltosos estarem na população de alunos reprovados.

Nos semestres avaliados, a disciplina foi subdividida em três etapas, sendo em cada etapa aplicada uma prova e um trabalho em sala de aula. Na primeira etapa, os conteúdos avaliados incluíram conceitos fundamentais da mecânica dos fluidos, propriedades dos fluidos e estática dos fluidos. Na segunda etapa, os conteúdos avaliados incluíram as equações básicas de massa momento e energia na forma integral e na terceira etapa foram avaliados conteúdos referentes a escoamento externo sobre corpos. A metodologia e pesos para cada avaliação foi mantida a mesma em todos os semestres. Ao avaliar a média dos alunos em cada etapa para todos os semestres, observou-se que não existe uma tendência definida para os resultados de acordo com os conteúdos, ou seja, alguns semestres os estudantes apresentaram melhor desempenho na primeira etapa e outros na segunda ou na terceira etapa. Em todos os semestres foram disponibilizados monitores com horários disponíveis para atendimento aos alunos, porém, não houve um resultado de melhora, sendo que nos semestres 2017/1 e 2017/2, os índices de reprovação ainda foram muito elevados. De acordo com os relatórios de frequência das monitorias, há uma participação de um grupo muito limitado nas monitorias. Os estudantes que frequentam as monitorias acabam sendo além de poucos, sempre os mesmos. Neste sentido há uma preocupação em trabalhar melhor com o planejamento das monitorias de modo que se busque uma maior participação dos estudantes. Diante disso e considerando que as médias entre os estudantes reprovados é considerada muito baixa, acredita-se que ações que favoreçam a motivação deste grupo pela disciplina, sejam fundamentais na busca por melhores resultados no processo de aprendizagem.

A busca por alternativas que possam minimizar o número de faltas é uma entre as várias atitudes a serem tomadas para melhorar a retenção dos conteúdos pelos estudantes. Uma alternativa diz respeito ao uso de tecnologias como ferramentas computacionais que permitam a demonstração de determinados fenômenos em escoamento de fluidos, ou mesmo em estática dos fluidos. O uso de simulação computacional utilizando programas amigáveis, onde os estudantes possam visualizar os efeitos de viscosidade, de rugosidade, avaliar as relações entre pressão e velocidade, onde possam visualizar comportamento do escoamento externo sobre corpos e entender fenômenos como arrasto e sustentação, sem a necessidade de realização de experimentos, pode favorecer o interesse dos alunos pela disciplina.

Versteeg Malalasekera (2007) defende que a Dinâmica dos Fluidos Computacional (DFC) apresenta-se como uma importante ferramenta potencializadora de ensino-aprendizagem, na medida

que insere o conceito de experimentação numérica no processo de aprendizagem gerando uma maior compreensão dos conceitos associados ao comportamento dos fluidos

Clebsch e Mors (2004) exploraram o uso de novas tecnologias no ensino de fluidos, utilizando trechos de filmes como elemento motivador para as aulas de mecânica dos fluidos, tratando tanto da hidrostática como da hidrodinâmica. Chegaram à conclusão de que os alunos ficam mais motivados para estudar física ao perceberem a conexão dos fenômenos estudados com a sua realidade. Magalhães al. (2002) fizeram a análise de um projeto que estuda, qualitativamente, movimentos reais obtidos em laboratório ou sugeridos pelos próprios alunos. Para a análise desses movimentos, é utilizado um software por eles desenvolvido para esse fim denominado SAM (Sistema de Análise Digital de Movimento). Relataram que o computador na sala de aula pode ser uma ferramenta cognitiva para o aluno, ao criar um ambiente virtual que simula a realidade, existindo aprendizagem colaborativa e ativa na qual os aprendizes interiorizam o conhecimento, reorganizando-o. Fiolhais e Trindade (2003) citam a dificuldade que os alunos encontram para analisar fenômenos físicos, atribuindo essa dificuldade a professores que adotam teorias de aprendizagem inadequadas e à falta de recursos pedagógicos modernos. Veit e Teodoro (2002) afirmam que as novas tecnologias na educação não garantem uma efetiva mudança no processo ensino-aprendizagem, sendo indispensável o uso adequado dessas tecnologias. Chowdhury et al. (2019), relataram uma experiência de sucesso no processo de aprendizagem e motivação com um grupo de estudantes de engenharia. Nesta experiência, os autores utilizaram uma metodologia aplicada em três etapas (disponibilização de vídeo-aula, seguido da prática experimental e da simulação em CFD) a um grupo de 20 estudantes. Na primeira etapa os estudantes tinham acesso a uma demonstração da prática que teriam que realizar de modo que no momento da prática estivessem previamente conscientes do que teriam que executar. A segunda etapa se referiu a aula prática com medições experimentais propriamente dita. Na terceira etapa os estudantes foram orientados a realizar simulação computacional do caso experimentado na prática e comparar os resultados. Após a aplicação destas etapas, verificaram que o ensino e aprendizado em três etapas do experimento de laboratório foi muito satisfatório. O desempenho do aluno variou notavelmente entre o grupo de alunos que participaram do estudo piloto e os que não participaram do estudo, sendo melhor o desempenho entre os estudantes que participaram das práticas.

Diante do que foi observado, o planejamento de atividades alternativas deverá fazer parte de um projeto pedagógico a ser implementado com uso de ferramentas da Dinâmica dos Fluidos Computacional nos próximos semestres com objetivo de melhorar/facilitar a compreensão da mecânica dos fluidos aos estudantes de Engenharia Mecânica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos resultados obtidos, foi possível concluir que dos sete semestres avaliados, apenas um teve índice de reprovação inferior a 50%, sendo que 2016/1, 2017/1 e 2017/2 foram os semestres letivos com os mais altos índices de reprovação. Com relação ao número de faltas, conclui-se que os estudantes com maiores números de faltas estão na população de alunos reprovados, enquanto uma maior frequência nas aulas é observada para alunos que são aprovados. Apenas a presença nas aulas de mecânica dos fluidos não determina a situação do estudante, no entanto há evidências de que contribui para o sucesso na aquisição de conhecimento da disciplina.

A mecânica dos fluidos é uma componente curricular que envolve o estudo e análise de fenômenos físicos diversos, porém com muitas aplicações práticas, sendo fundamental o bom entendimento pelos engenheiros mecânicos. A aplicação de aulas práticas envolvendo os conteúdos ministrados em sala de aula, seria uma alternativa para a motivação dos estudantes e para despertar um maior interesse dos mesmos pela disciplina, minimizando o número de faltosos e até mesmo melhorando os resultados de aprendizagem pelos estudantes.

O planejamento de atividades alternativas deverá fazer parte de um projeto pedagógico a ser implementado para os próximos semestres com objetivos de melhorar/facilitar a compreensão da mecânica dos fluidos ao estudante de Engenharia Mecânica. Estas atividades alternativas deverão incluir a prática de medições experimentais de propriedades como pressão, viscosidade e velocidade de escoamento usando diferentes métodos e planejar avaliações que possam incentivar os próprios estudantes a desenvolverem dispositivos de medição diversos. O uso das ferramentas de CFD em versão acadêmica também é possível de ser utilizada com sucesso para que os estudantes possam visualizar diferentes fenômenos tanto em casos com escoamentos internos como com escoamentos externos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo fornecimento de bolsas PIBITI ao estudante que participou deste trabalho. À UFMT pela disponibilidade de laboratório sempre útil para a realização de trabalhos envolvendo alunos de graduação.

REFERÊNCIAS

CHOWDHURY, HARUN, ALAM, FIROZ, MUSTARY, ISRAT. Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses. *Energy Procedia*, 160, p. 806–811, 2019.

CLEBSCH, A. B., MORS, P. M. Explorando Recursos Simples de Informática e Audiovisuais: Uma Experiência no Ensino de Fluidos. *Rev. Bras. Ens. Física*, 26, n. 4, p. 323-333, 2004.

FIOLHAIS, C., TRINDADE, J. Física no Computador: O Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira do Ensino da Física*, 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

MAGALHÃES, M. G. M., DIETRICH S., GUERRINI, I. M., MAREGA JR, E. Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos. *Rev. Bras. de Ensino de Física*, 24, n. 2, p. 97-101, 2002.

VEIT, E. A., TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino / Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Revista Brasileira do Ensino da Física*, 24, n. 2, p. 87-96, 2002.

VERSTEEG, H. K; MALALASEKERA, W. *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method*. Pearson Education, 2007.