



III Semana Acadêmica de Engenharia Mecânica e de Produção

“ENGENHARIA ALÉM DO TRADICIONAL E O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0”

24 a 26 de setembro de 2018 no campus Viçosa da UFV
Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica – DEP
Universidade Federal de Viçosa – UFV

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO NOS LABORATÓRIOS DA ÁREA DE FABRICAÇÃO DA UFV

Luísa Martins de Carvalho, Lucas Benini

Universidade Federal de Viçosa UFV, Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica
Campus UFV – CEP: 36.570-000 – Viçosa – MG
0.luisa.martins@gmail.com, lucasbenini@ufv.br

Resumo: Este trabalho aborda o gerenciamento dos Laboratórios de Manufatura Assistida por Computador, de Manufatura e de Usinagem do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica (DEP) da UFV. Com a expansão do espaço físico do DEP em 2017, estes laboratórios foram reestruturados em uma maior área útil, e por este motivo necessitou-se reestruturar também os seus procedimentos de gerenciamento. O objetivo deste trabalho é elaborar um plano de gerenciamento para três laboratórios da área de fabricação do DEP que contempla procedimentos operacionais padrões, procedimentos analíticos e estudo de arranjo físico. A originalidade deste trabalho está relacionada à utilização e adaptação de metodologias e ferramentas gerenciais para que os laboratórios possam realizar suas atividades de maneira padronizada, minimizando a perda de conhecimento no tempo e baseada em conceitos prestigiados na gestão moderna de organizações. Por meio de entrevistas estruturadas foi obtido o insumo para a identificação, mapeamento e procedimento dos processos usinagem por fresamento e por torneamento. Estas entrevistas embasaram a elaboração planejamento de necessidade de materiais permanentes e consumíveis. Os resultados alcançados permitem um gerenciamento dos materiais permanentes e consumíveis destes laboratórios mais eficiente.

Palavras-chave: gerenciamento, laboratório, procedimento operacional padrão.

1. INTRODUÇÃO

Um experimento, entre outras definições, trata-se de um “ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico” (Ferreira, 2009). Hoje, a experimentação é massiva nos laboratórios de ensino e pesquisa. Com ela, o estudante é capaz de associar conceitos teóricos com a ocorrência real do fenômeno, além da compreensão mais panorâmica dos conceitos apresentados (Lima e Garcia, 2011), bem como o pesquisador pode testar hipóteses. No entanto, são precisos materiais, equipamentos e recursos humanos para que haja a plena consecução do objetivo dos laboratórios, de forma que se os profissionais não estiverem habilitados para o trabalho demandado ou os demais recursos não forem adequados, o objetivo não será alcançado (Ferreira e Gomes, 1995).

Além disso, processos de usinagem, principais tarefas de ensino e pesquisa desenvolvidas no Laboratório de Manufatura (Lab-MAN) do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica da UFV (DEP-UFV), são estrategicamente importantes, visto que há cada vez mais investimento em novas tecnologias para a melhoria desses processos. Um problema corriqueiro decorrente do

avanço tecnológico nesta área foi o de gestão de estoque, uma vez que houve um grande incremento em novas ferramentas e ferramental de apoio, gerando uma quantidade massiva de informações a serem controladas (Zonta Junior *et al.*, 2008).

Quanto ao Lab-MAN, este era alocado junto ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF) da UFV até 2017 devido à falta de espaço físico do DEP-UFV e, contudo, tinha equipamentos e consumíveis alocados em vários espaços. Isto dificultava o gerenciamento dos equipamentos e a manutenção dos mesmos, bem como o controle de estoque de material consumível e assim, o laboratório dispunha de um plano de gerenciamento de suas atividades. Em virtude da natureza dos processos de usinagem e da necessidade do laboratório atingir seu objetivo primário, a boa prática em gestão era emergente ao laboratório.

Com a ampliação do DEP, o Lab-MAN foi contemplado com uma área de 85 m². Assim, foi possível tornar este espaço dedicado e viabilizou-se, portanto, a alocação de todos os equipamentos e consumíveis em um único lugar e passível de ser bem gerenciado.

Elaborar o plano de gerenciamento dos Laboratórios de Manufatura, de CAM e de Usinagem do Departamento do DEP-UFV é o principal objetivo deste projeto. São objetivos específicos:

- Elaborar o inventário e procedimentos de controle de estoque de materiais consumíveis;
- Estudar o leiaute do Lab-MAN;
- Formatar e redigir o manual de procedimentos analíticos dos laboratórios;
- Elaborar o plano de tarefas prioritárias e estabelecer procedimentos operacionais padrão (POP) para as aulas práticas das disciplinas de fabricação.

2. GERENCIAMENTO DE LABORATÓRIOS

Conforme Silva (2015), a Administração Pública é responsável pela decisão e implementação de ações necessárias para a gestão daquilo que é público. É preciso que ela busque constantemente, assim como a iniciativa privada, a melhoria contínua de seus processos e produtos, e, portanto, sua própria evolução, que se pauta justamente no “aperfeiçoamento dos serviços prestados pelo Estado à população”.

Meirelles (2004) conceitua o serviço público como aquilo cuja função é satisfazer necessidades da coletividade ou do Estado e é prestado pela própria Administração Pública. Deming (1990) ressalta que “O setor público deve buscar e aplicar as técnicas adequadas de administração privada para aperfeiçoar suas análises e avaliação de resultados”.

Assim, para que os laboratórios que são objeto de estudo nesta pesquisa e elementos constituintes de uma instituição pública atendam a seu público de maneira eficiente, também se faz necessário esta estratégia. Os conceitos, técnicas e metodologias empregados na pesquisa que serviram de base para o aperfeiçoamento das práticas internas dos laboratórios serão abordados conceitualmente nos próximos tópicos.

2.1 Qualidade

Para se compreender a gestão da qualidade na administração pública, deve-se primeiramente definir o que se trata de qualidade. Campos (1992) afirma que “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”. Segundo Juran (1992) *apud* Kohl e Oliveira (2012), “a qualidade é adequação ao uso, que resulta da combinação de um produto (bem ou serviço) das características que respondem as necessidades dos clientes e ausência de deficiências”.

A busca pela qualidade, no ponto de vista mercadológico, teve vários momentos na história e tendências. Com a Segunda Guerra Mundial, o controle de qualidade foi amplamente utilizado nas indústrias americanas, de forma que a demanda por suprimentos militares era foi atendida com qualidade, na quantidade necessária e mais barato (Werkema, 1995).

O crescente interesse pela qualidade na iniciativa privada ao longo do tempo justifica-se pela vantagem competitiva que ela oferece. Já no setor público, a busca pela qualidade orienta-se para

que as instituições públicas atendam a expectativa, ou seja, a provisão de bens e serviços dos quais a sociedade ou segmento interessado necessitam (Kohl e Oliveira, 2012).

Segundo Campos (1992), na qualidade total, o gerenciamento da rotina fundamenta-se na padronização. O gerenciamento da rotina trata-se da busca melhorar o desempenho das pessoas de uma organização em suas funções operacionais para que as pessoas executem da melhor maneira possível (Campos, 1994). Como está diretamente relacionado com gerenciamento da rotina e faz uso da padronização, o próximo tópico desta revisão de literatura abordará este tema de maneira mais ampla.

2.2 Padronização

Conforme Campos (1992), “a padronização é considerada a mais fundamental das ferramentas gerenciais”, pois é um meio para atingimento de melhores resultados. Tal fato é explicado pelo seu objetivo de redução de variabilidade dos processos, isto é, “os produtos devem atender às expectativas dos consumidores de forma regular”. É importante salientar ainda que a padronização não se limita ao registro da prática, inclui também sua utilização, isto é, o treinamento e verificação de que a prática executada está conforme com a registrada.

Campos (1992) afirma que “só é possível manter o domínio tecnológico de um sistema mediante a padronização”. O conceito de domínio tecnológico envolve a capacidade de estabelecer processos e da organização assegurar-se de que a prática executada segue a padronizada.

2.3 Arranjo físico

Segundo Slack *et al.* (2009):

O arranjo físico de uma operação ou processo é como seus recursos transformadores são posicionados uns em relação aos outros e como as várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos transformadores. Juntas, essas duas decisões irão ditar o padrão do fluxo dos recursos transformados à medida que eles progridem pela operação ou processo.

Há vários benefícios provenientes de um dimensionamento de arranjo físico adequado. Entre eles, segundo Peinado e Graeml (2007), há a melhoria do ambiente de trabalho por meio da melhoria nas condições ergonômicas do trabalho.

2.4 Administração de materiais

Chiavenato (2005) conceitua a administração de materiais como “ter os materiais necessários na quantidade certa, no local certo e no tempo certo à disposição dos órgãos que compõem o processo produtivo da empresa”. Isto é importante devido aos investimentos financeiros necessários em materiais. Uma boa administração de materiais procura manter o mínimo de capital investido e de tempo em estoque sem prejudicar o processo produtivo.

Ainda segundo Chiavenato (2005), estoque é o acúmulo desde matéria-prima a produtos acabados “que não é utilizada em determinado momento na empresa, mas que precisa existir em função de futuras necessidades”. Assim, é preciso sempre buscar a compensação entre os custos e benefícios de manter um determinado nível de estoque.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Prédio dos Laboratórios das Engenharias da UFV (LABENGE-UFV), contemplando 3 laboratórios: Lab-MAN, Laboratório de Manufatura Assistida por Computador CAM (Lab-CAM) e Laboratório de Usinagem (Lab-USI) que são vinculados ao DEP-UFV.

No processo de realização da pesquisa foi utilizado usado o método qualitativo. Entrevistas com integrantes do laboratório foram conduzidas para o entendimento dos procedimentos dos laboratórios e dados secundários foram utilizados no estudo. Foi feita, *a priori*, uma revisão bibliográfica, no intuito de compreender a literatura que é de interesse da pesquisa, bem como para a escolha fundamentada das metodologias utilizadas. Posteriormente, foram definidos *softwares* que

seriam necessários para dar suporte à realização da pesquisa. Os *softwares* utilizados e o objetivo podem ser verificados na Tab. 1.

Tabela 1. Relação entre *software*/ferramenta e objetivo da utilização.

Software/ferramenta	Objetivo
Bizagi Modeler [®]	Elaboração dos fluxogramas
Autocad [®]	Representação gráfica do modelo do laboratório de manufatura
Lucidchat.com [®]	Elaboração do organograma
Microsoft Excel [®]	Elaboração de planilhas eletrônicas

Após a definição dos recursos necessários, foi feita a busca da parte documental que baseou posterior análise, tais como normas regulamentadoras, manuais e programas analíticos das disciplinas ministradas no DEP-UFV. Foram elencados possíveis temas e a literatura que os abarcavam que continham informações que poderiam ser relevantes para o estudo.

Foram conduzidas entrevistas com os técnicos do laboratório para estimar-se, baseado em dados históricos, a necessidade de materiais e ferramentas em períodos futuros quanto ao inventário e previsão de demanda do Lab-MAN. No Lab-CAM, os principais recursos são de tecnologia da informação. Portanto, foram elencados quais são os equipamentos utilizados. Paralelamente, foi feita uma busca por políticas e normas de outras instituições públicas para respaldar a compra de novos equipamentos buscando-se os pontos relevantes e aplicáveis ou não no contexto do laboratório. Quanto ao estudo de arranjo físico do Lab-MAN, a pesquisa aplicou o método de levantamento de área física para cada centro de trabalho do Centro de Usinagem Comandado Numericamente (CNC) e do torno convencional. O método é exibido na Tab. 2. Também foram feitas comparações pontuais entre recomendações em literatura e a situação atual do laboratório.

Tabela 2 – Conceitos para uso do método de levantamento da necessidade da área física (adaptado de Peinado e Graeml, 2007).

Conceito	Definição
Aresta viva	Lado do equipamento no qual é realizado operações produtivas.
Superfície projetada (Sp)	Projeção ortogonal do equipamento no chão.
Superfície de operação (So)	Área requerida para que o operador realize sua atividade segura e eficientemente. Cálculo: $So = (\text{dimensão da aresta viva}) * (\text{dimensão da aresta não viva} / 2)$ e ainda considera-se uma faixa mínima para efeitos de cálculo para a dimensão da aresta não viva de no mínimo 0,5 m quando a dimensão da aresta não viva é muito pequena e no máximo 2,0 m quando a dimensão da aresta não viva é muito grande.
Superfície de circulação (Sc)	Área requerida para fluxo de pessoas e materiais envolvidas no processo produtivo. Cálculo: $Sc = (Sp + So) / 2$ desde que a dimensão diferente da aresta viva desta superfície não supere 3 m.
Corredor de passagem	Área destinada ao fluxo de pessoas e materiais não diretamente envolvidas no processo produtivo. Deve ter no mínimo 0,6 m.

Como os conceitos apresentados na Tab. 2 são relativos ao planejamento de centros de trabalho industriais, a pesquisa adaptou os conceitos de superfície de circulação e corredor de passagem para aplicá-los no Lab-MAN. Os demais conceitos foram utilizados conforme descritos na literatura. A adaptação correspondente é apresentada na Tab. 3. A Fig. 1 apresenta esquematicamente o desdobramento do objetivo e a metodologia deste trabalho.

Tabela 3 - Adaptação dos conceitos apresentados na Tabela 2 para contextualização no laboratório.

Conceito	Adaptação
Superfície de circulação (Sc)	Área necessária ao fluxo de materiais e observação dos alunos.
Corredor de passagem	Área correspondente à circulação livre e de maior fluxo dos alunos.

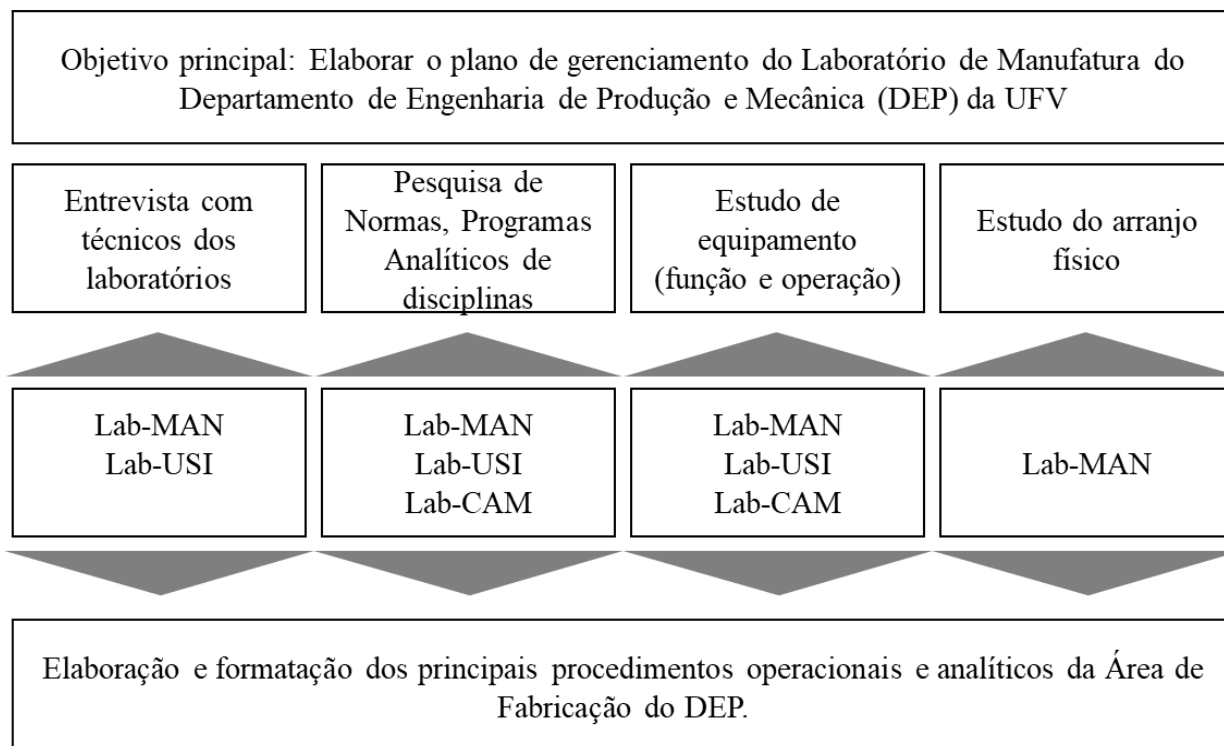


Figura 1 – Objetivo e metodologia.

4. RESULTADOS

4.1 Procedimentos operacionais padrão (POP's)

Foi elaborado um manual contendo a proposição de normas para os três laboratórios e os procedimentos operacionais padrão. Conforme Campos (1994), somente aquilo que é necessário para garantir o resultado desejado deve ser padronizado. Assim, foram elencados os procedimentos relativos ao uso para fins de ensino, pesquisa e extensão.

4.1.1 Laboratório de CAM

O Lab-CAM cujo objetivo é “Auxiliar e dar suporte aos usuários desenvolvimento de projetos e trabalhos acadêmicos através de modelagem e simulação de sistemas em 3D e de processos de manufatura, contribuindo para com o processo de ensino, pesquisa e/ou extensão” é bem distinto dos objetivos dos Lab-MAN e Lab-USI, ambos relacionados a Usinagem, bem como o tipo de atividade desenvolvida também diverge, de forma que foi elaborado um manual exclusivo para o laboratório e a Fig. 2 apresenta o sumário do manual.

Ele contém o objetivo, área de conhecimento, horário de funcionamento, caracterização do laboratório e dos usuários, normas, relação de patrimônios, um procedimento operacional padrão e Política de Compra de Equipamentos. Além disso, foi elaborado com base no trabalho de Lima (2014). O laboratório possui atualmente os seguintes *softwares*: Ansys®, Adams Car®, Solid Works®, Matlab®, Catia®, Inventor® e atende 12 disciplinas dos cursos de Engenharia de Produção e Mecânica da UFV (MEC 191 Comunicação Gráfica e Tecnologia Mecânica, MEC 241 Laboratório de Fluidos, MEC 242 Sistemas Fluido-Mecânicos, MEC 320 Processos de Fabricação, MEC 322 Conformação Plástica, MEC 325 Processos de Fabricação por Usinagem, MEC 351 Elementos de Máquinas I, MEC 352 Elementos de Máquinas II, MEC 420 Manufatura Assistida por Computador, MEC 451 Dinâmica Veicular, MEC 494 Introdução à Análise por Elementos Finitos, MEC 495 Projeto de Engenharia Mecânica), além de projetos de pesquisa e extensão.

Para que o aluno que queira solicitar o cadastro de usuário tenha acesso ao formulário, também foi elaborado um folder para ser afixado na porta do laboratório que contém o *link* e um

QR Code para acessá-lo, conforme pode ser verificado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Sumário	
Caracterização	4
Objetivos do laboratório	4
Área de conhecimento	4
Horário de funcionamento	4
Usuários	4
Normas do laboratório	4
Patrimônio	5
POP 001 - Autorização de Acesso e Utilização	6
Anexo 1 – Política de Compra de Equipamentos	8

Figura 1 – Sumário do Manual de Normas e Procedimento do Laboratório de CAM.

Solicite seu cadastro de usuário!

Accesse o formulário por meio da leitura do *QR code* ou ainda pelo *link*:
<https://goo.gl/ojqqEq>




Figura 3 – Excerto do folder que dá orientações para acessar o formulário.

A Fig. 4 apresenta o detalhe do procedimento operacional padrão “Autorização de acesso e utilização”. Observa-se nesta figura que os passos para a utilização do laboratório são dados por meio do *site* com a inserção de dados do solicitante com os critérios para deferir ou indeferir a solicitação de cadastro como usuário.

AUTORIZAÇÃO DE ACESSO E UTILIZAÇÃO				
POP nº: 001	Validade: 2 anos	Versão: 001	Revisão: 000	Página: 1/2
Objetivo				
Normatizar o acesso de interessados ao Laboratório de CAM do DEP-UFV.				
Campo de aplicação				
Laboratório de CAM.				
Responsabilidade				
Técnico do laboratório: monitorar novas solicitações.				
Secretaria: atualizar o acesso ao laboratório quando solicitado.				
Procedimento				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Preencher o formulário disponível em <http://www.labmanufatura.ufv.br/informativos/solicitacao-de-uso-do-laboratorio-de-cam> com as seguintes informações: <ul style="list-style-type: none"> • Nome completo; • Matrícula; • 1 horário de preferência obrigatório e 2 horários opcionais; • Finalidade (projeto de pesquisa ou extensão); • Tempo previsto de utilização. 2. O técnico de laboratório deverá analisar em até 2 dias úteis a solicitação do 				

Figura 4 – Excerto do procedimento de autorização de acesso e utilização do Lab-CAM.

4.1.2 Laboratórios de Manufatura Assistida por Computador e de Usinagem

Conforme já descrito, foi elaborado um manual conjunto para os Laboratórios Lab-CAM e Lab-USI. A justificativa para esta união vem do fato de ambos terem objetivos relacionados à usinagem, terem equipamentos apropriados para operações de usinagem e terem aulas práticas, portanto, similares em termos de necessidade de material, ferramenta e precauções. O sumário deste manual, que contém as normas e procedimentos de ambos, é exibido na Fig. 5. Este manual foi elaborado conforme o trabalho de Lima (2014).

As normas elaboradas contemplam o acesso, uso e prioridade, equipamentos, materiais, responsabilidades do técnico, coordenador, não permissões e omissão. Isto se justifica pelo fato de que foram pensadas para a pesquisa, o ensino e a extensão e, como muitas vezes os recursos e materiais consumíveis vem de fontes diferentes, é fundamental para manter um padrão de decisão em caso de divergências entre interessados. Além disso, há priorização das aulas práticas de MEC 325 Processos de Usinagem e as demais atividades de projetos de pesquisa e extensão são alocadas em função dos horários livres que restam.

Sumário	
Caracterização	4
Normas	4
Do acesso, uso e prioridade	4
Dos equipamentos	5
Dos materiais	5
Da responsabilidade do técnico	5
Da responsabilidade do coordenador	5
Das não permissões	6
Da omissão	6
Laboratório de Manufatura Assistida por Computador	7
Objetivos	7
Área de concentração	7
Horário de funcionamento	7
Usuários	7
Patrimônio	7
Laboratório de Usinagem	8
Objetivos	8
Área de concentração	8
Horário de funcionamento	8
Usuários	8
Patrimônio	8
POP 01 - ACESSO E UTILIZAÇÃO	9
POP 02 - OPERAÇÃO E LIMPEZA DA FRESA	10
POP 03 - OPERAÇÃO E LIMPEZA DO TORNO	12
POP 04 - OPERAÇÃO E LIMPEZA DO CENTRO DE USINAGEM	14

Figura 5 – Sumário do manual de normas e procedimentos do Lab-MAN e Lab-USI.

O procedimento operacional padrão comum aos dois laboratórios descrito foi o de acesso e utilização, em virtude de ambos compartilharem as normas sugeridas e, portanto, não haver necessidade de elaborar um procedimento igual à exceção do campo de aplicação. Este procedimento é exibido na Fig. 6. Observa-se que o procedimento contempla o uso de equipamento de proteção individual (EPI). Como se trata de um ambiente sujeito a riscos de acidente com cavacos ou diretamente com as máquinas, é fundamental que esta norma seja mantida.

ACESSO E UTILIZAÇÃO				
POP nº: 01	Validade: 2 anos	Versão: 01	Revisão: 00	Página: 1/1
Objetivo				
Normatizar o acesso, permanência e utilização aos laboratórios.				
Campo de aplicação				
Laboratórios de Usinagem e Laboratório de Manufatura Assistida por Computador.				
Responsabilidade				
Técnicos, professores que utilizam o laboratório e coordenador do laboratório: Execução das atividades conforme estabelecido e supervisão e orientação dos estudantes quanto ao procedimento, bem como demais envolvidos do laboratório.				
Procedimento				
O técnico, professor ou coordenador deve orientar o aluno sobre as normas dos laboratórios, particularmente as não-permissões;				
Certificar-se de que ao entrar está vestido de acordo com as normas (calça comprida, calçado fechado, cabelos presos).				
Paramente-se com Equipamentos de Proteção Individual de uso obrigatório (jaleco e óculos de proteção).				
Ao sair do laboratório, retirar e guardar os óculos de segurança.				
Resultados esperados				
Observância das normas para o acesso, permanência e utilização do laboratório.				

Figura 6 – Procedimento operacional padrão de acesso e utilização do Lab-MAN e Lab-USI.

4.1.3 Laboratório de Manufatura

Relativo exclusivamente ao Lab-MAN, foram elaborados os procedimentos de aula prática de operação de torneamento e do CNC. O excerto do procedimento da aula prática de torneamento pode ser verificado na Fig. 7.

Procedimento
1. O técnico deve definir juntamente com o professor responsável pela aula prática um dia antes da mesma o processo a ser demonstrado. O professor deve fornecer as condições de corte para o material selecionado de acordo com o processo de usinagem e as operações.
2. Preparação do material a ser usinado. É responsabilidade do DEP fornecê-lo. Em casos de operações de usinagem em componentes específicos de projetos de pesquisa ou extensão, o professor orientador do projeto deverá fornecer o material do componente.
3. Preparar o ferramental (juntamente com o porta-ferramentas) necessário para as operações de usinagem.
4. Preparar o dispositivo de fixação da peça na máquina ferramenta (setup):
4.1. Energizar a máquina-ferramenta;
4.2. Fixar a peça de trabalho na placa de castanhas;
4.3. Realizar o furo de centro;

Figura 7 – Excerto do procedimento operacional padrão de aula prática de operação de torneamento.

Conforme o procedimento, é preciso que o técnico do laboratório defina a aula juntamente com o professor 1 dia antes da aula. Com o acesso ao POP, o aluno tem consciência de que o setup foi elaborado cuidadosamente pelo técnico. Foi elaborado também o procedimento para a aula prática de demonstração de operação da máquina CNC, que pode ser verificado na Fig. 8. A elaboração do POP para as aulas é importante para o professor, técnico e os alunos. Este documento contribui para o entendimento das atividades desenvolvidas e preza pela segurança dos usuários. Além disso, já prepara o aluno para uma situação real de processo de fabricação na indústria.

OPERAÇÃO E LIMPEZA DO CENTRO DE USINAGEM				
POP nº: 04	Validade: 2 anos	Versão: 01	Revisão: 00	Página: 1/2
Objetivo				
Normatizar a operação do centro de usinagem e sua limpeza.				
Campo de aplicação				
Laboratório de Manufatura Assistida por Computador.				
Responsabilidade				
Técnico do laboratório: operar o equipamento;				
Professor: ministrar e supervisionar a aula.				
Materiais necessários				
<ul style="list-style-type: none"> • Tarugo; • Ferramenta. 				
Procedimento				
1. O técnico deve definir juntamente com o professor responsável pela aula prática um dia antes da mesma o processo a ser demonstrado. O professor deve fornecer				

Figura 8 – Excerto do procedimento operacional padrão da aula prática de operação do CNC.

4.1.4 Laboratório de Usinagem

O POP colabora também para a preparação da aula prática, deixando tudo mais fluido na execução da mesma. No caso de processos de usinagem, deve-se ter preparado os corpos de prova, ferramentas, dispositivos de fixação, condições de corte para cada operação executada na aula prática. A padronização contribuirá para que a seleção de todas as variáveis ocorra da forma otimizada. Na Fig. 9 encontra-se um excerto do procedimento da aula prática de operação de fresamento.

4.2 Procedimentos analíticos e gerenciais

Para entender o contexto no qual os laboratórios estão inseridos, foi elaborado o organograma funcional do DEP-UFV. A elaboração foi baseada na estrutura previamente disponibilizada pelo próprio departamento e também em entrevistas com professores. Como o contexto interno do DEP-UFV não é sujeito a grandes mudanças, o organograma funcional foi considerado o mais adequado para ser elaborado. Verifica-se na Fig. 10 sua representação.

O organograma é uma ferramenta fundamental. Com ele, a compreensão das relações de trabalho e da estrutura interna da organização é facilitada. Conforme Howes (2011), essa estrutura também permite que os conhecimentos sejam reunidos, e assim, cria-se a oportunidade de aprofundá-los.

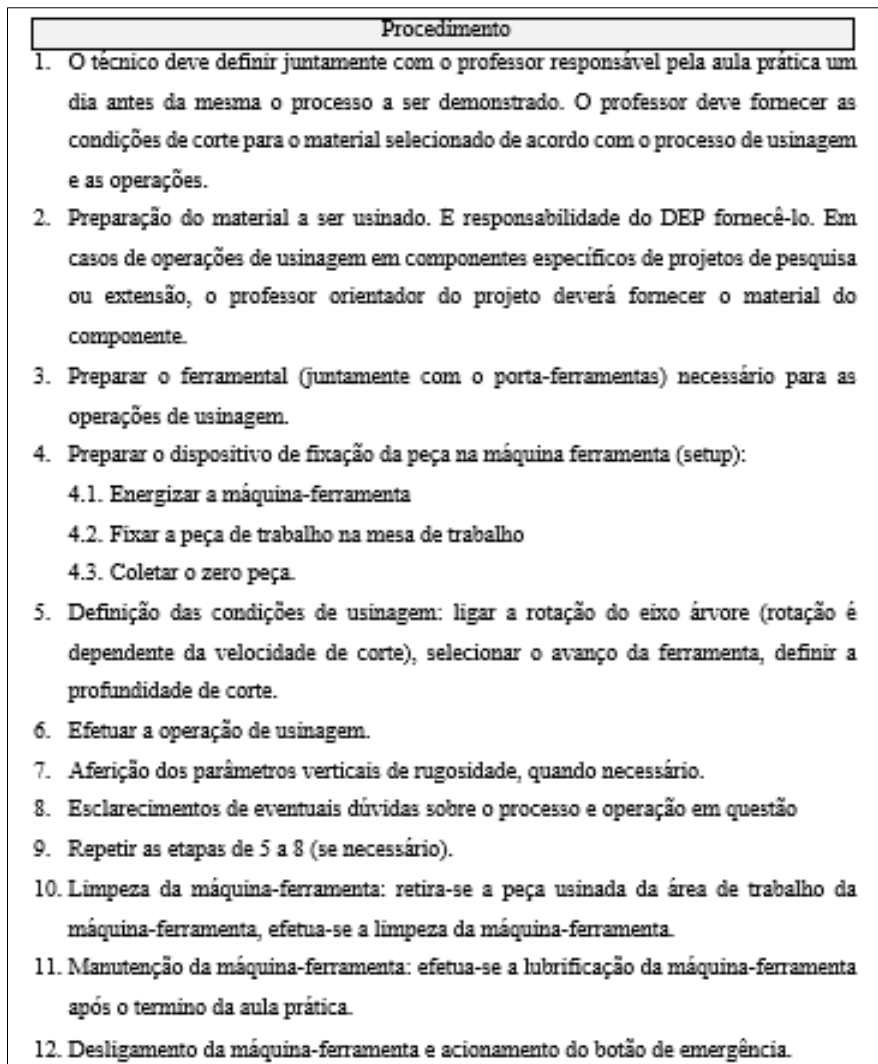


Figura 9 – Excerto do Procedimento operacional padrão da aula prática de operação de fresamento.

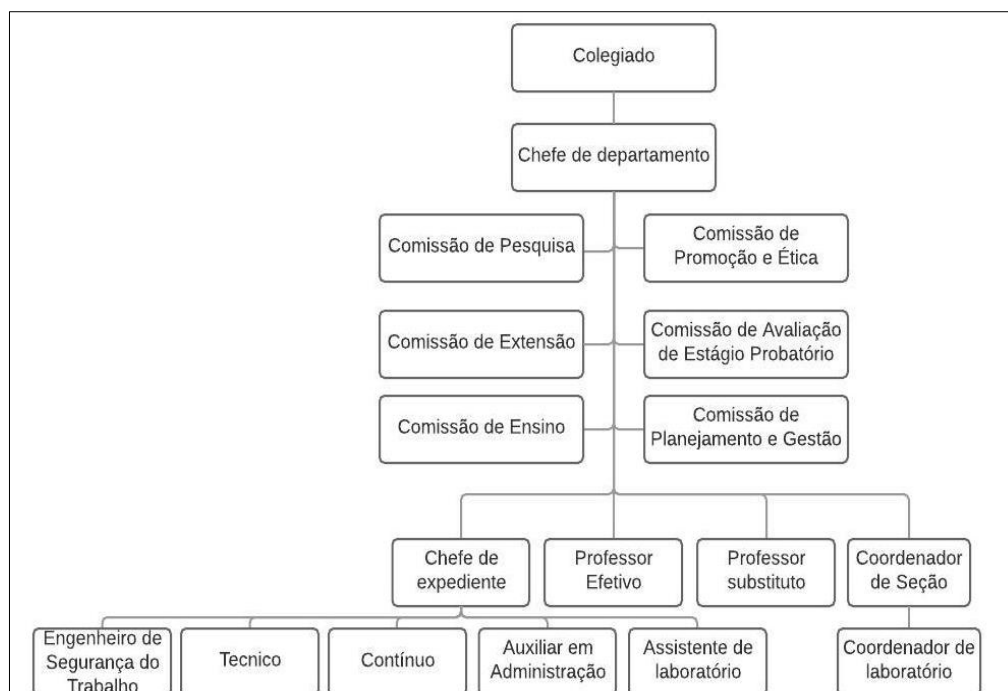


Figura 10 – Organograma do DEP.

4.2.1 Planilha de controle de estoque

Para o Lab-MAN foi elaborada uma planilha eletrônica para controle de estoque. Foram utilizados dados históricos desde o ano de 2014. O objetivo é auxiliar o coordenador do laboratório a saber quando é preciso comprar materiais e ferramentas novamente e fazer a previsão orçamentária junto ao Departamento de maneira adequada. A captura de tela desta planilha pode ser verificada na Fig. 11.

Controle de estoque						Estimativa duração do processo licitatório (dias)
Item	Inventário inicial (unidades)	Matéria	Estimativa de duração (anos)	Zero estoque em	Quando comprar novamente	
Inserto de 6 arestas	1	MEC 325	10,0	25/08/2028	25/08/2028	
Bedame	1	MEC 325	1,5	25/02/2020	25/02/2020	
Tarugo 5" diâmetro por 350 mm e comprimento	15	MEC 325	1,0	25/08/2033	25/08/2033	

Figura 11 – Excerto da planilha de controle de estoque.

Durante o levantamento deste procedimento constatou que havia material para atividades de ensino para um período de 15 anos, já para demais pesquisa ou extensão há falta de material. A constatação e análise desta situação permite ao gestor uma otimização de recursos financeiros e dosagem adequada de material de consumo para atender ensino, pesquisa e extensão.

4.2.2 Política de compra

Com o levantamento das políticas de duas instituições: Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística do Mato Grosso (SINFRA-MT), foi elaborada uma política para a requisição de novos equipamentos para o Lab-CAM. A vida útil encontrada, as instituições e os equipamentos podem ser verificados na Tab. 4. A proposta desta política de compras encontra-se na Fig. 12.

Tabela 1 – Vida útil máxima de equipamentos de tecnologia de informação.

Instituição	Computadores de mesa	Monitores	Mouse e teclado	Peças de reposição
Instituto Federal de Santa Catarina (ISFC)	5	4	-	-
Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística do Mato Grosso (SINFRA-MT)	4			

A vida útil proposta dos computadores de mesa foi estipulada em 4 anos pois o laboratório demanda equipamentos com boa capacidade de processamento em virtude dos programas que os computadores devem suportar e, portanto, o uso por mais 1 ano pode ser antieconômico e não-vantajoso.

4.2.3 Website

Conforme Balioni e Ribeiro (2009), a divulgação da produção científica é fundamental para que as publicações dos pesquisadores atinjam diferentes públicos. Assim, como meio de comunicação permanente entre professores, estudantes e a comunidade universitária, foi solicitado pela pesquisa para a Diretoria de Tecnologia da Informação da UFV (DTI-UFV), o desenvolvimento de um *website*.

Este foi solicitado com o objetivo da divulgação do laboratório e dos trabalhos acadêmicos. Neste site serão inseridas informações sobre aulas, cursos, trabalhos desenvolvidos e orientações sobre utilização do espaço. Também é uma opção para compartilhar as normas de acesso aos laboratórios e conteúdo que os professores julguem relevantes para o website e está disponível pelo

link <www.labmanufatura.ufv.br> e na Fig. 13 verifica-se a captura de tela da página principal do mesmo.

Anexo 1 – Política de Compra de Equipamentos

Definições

TI: Tecnologia da informação;

Vida útil de um equipamento: Duração de tempo estimada no qual o equipamento cumpre eficazmente sua função técnica e de maneira econômica, iniciada a partir do tombamento do patrimônio;

Equipamentos no fim da vida útil: refere a qualquer equipamento de TI em que não seja possível a realização de uma atividade por motivos técnicos ou econômicos. Um equipamento pode chegar ao fim de sua vida útil devido a:

- a) Danos;
- b) Uso antieconômico;
- c) Não atende mais a necessidade para o qual foi adquirido;

Objetivo

Este documento tem por objetivo apresentar uma política de Compra de Equipamentos de TI para o Laboratório de CAM do DEP-UFV.

Ciclo de substituições

As aquisições de novos equipamentos de TI deverão ser em virtude de aumento de capacidade do laboratório ou substituição dos equipamentos no fim da vida útil. A vida útil adotada dos equipamentos elencados na tabela 1 a partir do tombamento do patrimônio é de 4 anos. Toda aquisição está sujeita às restrições orçamentárias do DEP-UFV.

Tabela 1. Equipamentos sujeitos à vida útil descrita.

Equipamentos
Computadores de mesa
Monitores
Mouse e teclado
Peças de reposição
No-break

Figura 12 – Política de Compras de Equipamentos para o Lab-CAM.

LABMANUFATURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Universidade Federal de Viçosa

> INÍCIO
> APRESENTAÇÃO
> PROJETOS
> CONTATO

Pesquisa

O LABORATÓRIO

Seja bem-vindo ao site do Laboratório de CAM do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica da UFV!

INFORMATIVO

Solicitação de uso do laboratório de CAM

Figura 13 – Captura de tela do website do Lab-CAM.

4.3 Estudo de Arranjo Físico

Foram feitas as seguintes análises referentes ao leiaute do Lab-MAN:

- O telefone fica distante da mesa de trabalho do técnico, conforme pode ser verificado na Fig. 14(a), de forma que quando necessário atender ou fazer uma ligação, é preciso se levantar e se deslocar cerca de 4 m até ele. Recomenda-se que o telefone estivesse disponível na bancada de trabalho.
- A bancada de granito, que a princípio deveria ser permanentemente desobstruída, não estava durante a coleta de dado deste trabalho. Contendo, por exemplo, cafeteira e itens relacionados na bancada, conforme a Fig. 14(b). Ressalta-se que o laboratório se trata de um ambiente acadêmico e laboral e refeições são inadequadas dentro dele.
- O tanque de refrigeração lateral do CNC fica orientado para o corredor onde são os gabinetes dos professores, portanto, seria mais adequado haver uma parede, conforme o projeto original, para obstruir o ruído proveniente da máquina, conforme pode ser visto na Fig. 14(c). Além do fato de que, conforme Bortoluzzi (2011), este equipamento é indicado para ser utilizado em ambientes que dispõem de controle térmico por causa de seus componentes eletrônicos e a precisão, questão não observada no laboratório.
- Relativo ao torno mecânico convencional, sua disposição paralela é inadequada de acordo com Bortoluzzi (2011). Isto se deve ao fato de que deve ser posicionado em diagonal em virtude da maior área de trabalho e acesso para o operador devido à movimentação frequente necessária para ajustar o equipamento.
- De acordo com Villar e Júnior (2014), a dimensão para passagens internas industriais para pessoas é de 0,9 m. Foi utilizado esta dimensão como parâmetro para avaliar a circulação do laboratório. Como o corredor de passagem ao lado do CNC é o de maior circulação e é 1,4 m, a dimensão para circulação está adequada, no entanto, foi observado que uma das passagens laterais do CNC estava obstruída (Fig. 14(c)).
- O laboratório possui um compressor de ar por não ter uma rede de ar comprimido (Fig. 14 (d)). Isso é crítico para o laboratório, visto que quando o CNC estiver em operação, o ruído no laboratório será proveniente tanto da máquina operando quanto do compressor de ar. Tal fato representa uma dificuldade para serem conduzidas aulas paralelas nos demais laboratórios, além do ruído ser consideravelmente alto na instalação do LABENGE-UFV como um todo.

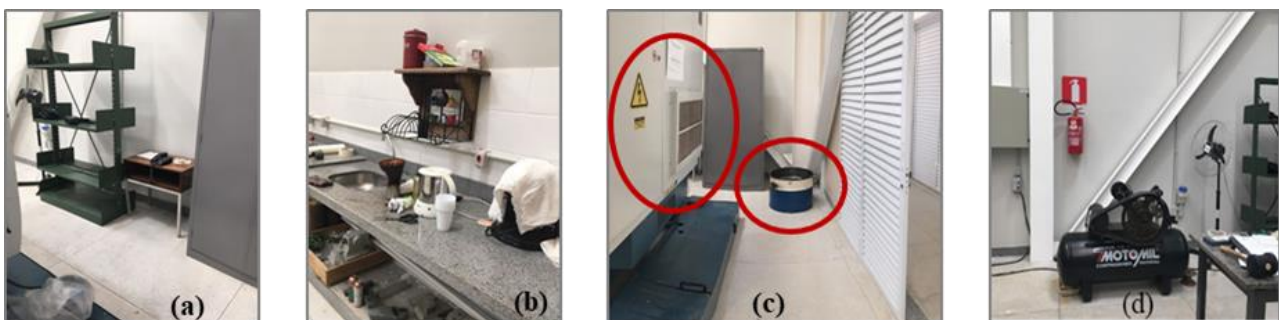


Figura 14 – (a) Telefone do Lab-MAN; (b) Tanque de refrigeração do CNC, obstrução à circulação e porta para o corredor dos gabinetes; (c) Cafeteira na bancada de granito do laboratório; (d) Compressor de ar.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), a elaboração de um bom arranjo físico também requer o levantamento da necessidade da área física. Assim, elencam os seguintes conceitos que devem ser considerados no cálculo da necessidade da área conforme foi apresentado na Tab. 2 e cuja adaptação necessária para aplicação na pesquisa podem ser verificados na Tab. 3. O cálculo das áreas realizado encontra-se na Tab. 5.

Tabela 2 – Cálculo de áreas do Lab-Man.

Conceito	Área projetada	
	CNC	Torno
Aresta viva	1 lado	1 lado
Sp	$2,60 \text{ m} \times 2,85 \text{ m} = 7,41 \text{ m}^2$	$1,20 \text{ m} \times 3,00 \text{ m} = 3,60 \text{ m}^2$
So	$2,60 \text{ m} \times (2,00 \text{ m} \times (50\%)) = 2,60 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} = 2,60 \text{ m}^2$	$3,00 \text{ m} \times (1,20 \text{ m} \times (50\%)) = 3,00 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} = 2,10 \text{ m}^2$
Sc	$(7,41 \text{ m}^2 + 2,60 \text{ m}^2)/2 = 5,00 \text{ m}^2$	$(3,60 \text{ m}^2 + 2,10 \text{ m}^2)/2 = 2,85 \text{ m}^2$

Ressalta-se que se usou 2 m como dimensão da aresta não viva para o cálculo da superfície de operação do CNC conforme recomendação de Peinado e Graeml (2007). Assim, na disposição do arranjo físico, as áreas ficariam projetadas da maneira demonstrada na Fig. 15.

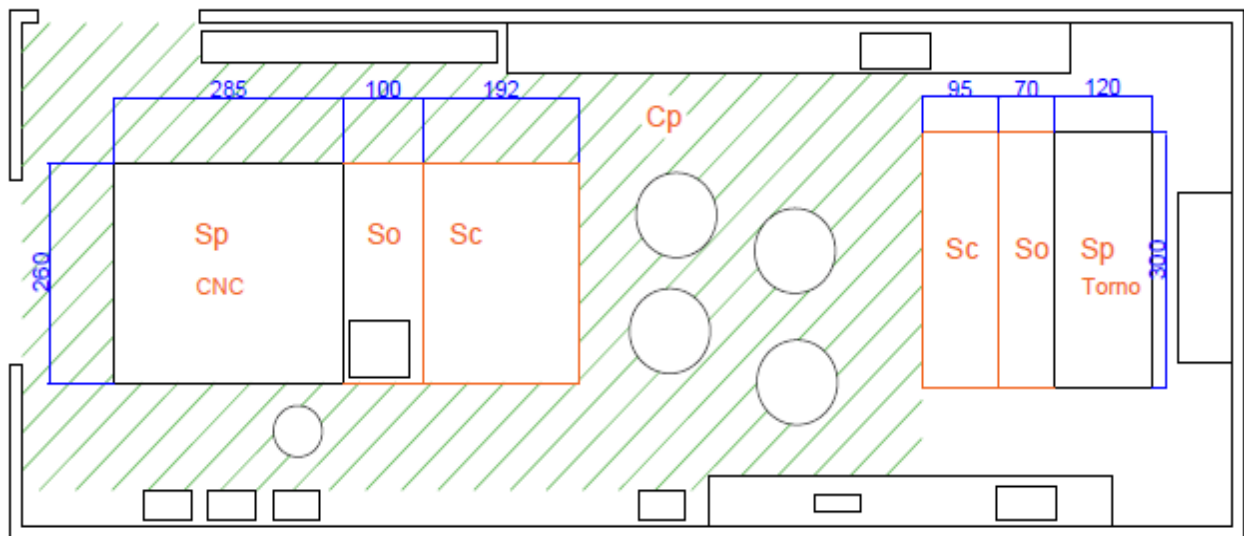


Figura 15 – Representação das áreas na projeção bidimensional do Lab-MAN.

4.4 Discussão

É importante que haja um site para os laboratórios do LABENGE-UFV. Espera-se que a elaboração do *website* dos laboratórios contribua para difusão do conhecimento e acesso a informação para alunos, servidores e comunidade em geral e, assim, contribua para que o departamento e a universidade como um todo ganhe visibilidade na área de fabricação. Com as informações sobre normas e procedimentos dos laboratórios, espera-se que haja benefícios para as diversas pessoas pertinentes a eles: chefia, coordenadores, professores, técnicos, alunos e demais interessados. Com a publicidade dessas informações, há economia de tempo por parte de quem precisa encontrar informações e não precisa mais consultar uma outra pessoa para conseguir a informação.

Além disso, com a delegação e priorização de atividades e normas que discorrem sobre equipamentos, materiais e outras questões, eventuais pontos de discordância e dúvidas podem ser consultados para se encontrar a solução buscada. Assim, as pessoas envolvidas no procedimento sabem o que, quando e como executar e, conseqüentemente, há melhor condução das operações e harmonização das atividades.

4.4.1 Lab-CAM

Para a política de compras dos equipamentos do Lab-CAM foi analisado que a SINFRA-MT classificou a vida útil em vida útil remanescente e categorizou tipos de usuários. Tal classificação não foi necessária para o laboratório devido à política aplicar-se exclusivamente ao laboratório que é menor, em comparação à política adotada pelo Estado do Mato Grosso, além do fato dos

equipamentos já serem para utilização especializada no laboratório. Por causa disso, não há pretensão de se realocar os equipamentos conforme o perfil de usuário, e uma vez que não foi feita essa distinção, também não foi feita a classificação da vida útil remanescente.

Ademais, com o manual do Lab-CAM, o coordenador do laboratório terá as atividades de gerenciamento e controle de forma otimizada pois terá registrado quem está utilizando o laboratório, quando e com que objetivo e permite, portanto, saber com precisão a demanda dos projetos e alunos quanto à utilização dos equipamentos, além de manter o registro patrimonial do laboratório.

4.4.2 Lab-MAN

Notou-se que há diversos pontos de melhoria no Lab-MAN. As análises feitas sobre o leiaute implicam em pontos de melhoria como: desobstrução de espaços, realocação de torno, instalação de rede de ar comprimido, entre outros. A implementação da sugestão de instalação de rede de ar comprimido, depende de planejamento orçamentário e de projeto, de forma que seria necessário um estudo para avaliar o impacto e custo antes de realizar a sugestão propriamente. No geral, as sugestões variam em exequibilidade e custo, e, portanto, uma análise individual de cada uma é necessária caso seja decidido implementá-las. É interessante destacar que as áreas calculadas fossem demarcadas no chão. Isto facilita o operador da máquina executar os processos durante as aulas e sinalizar os alunos permaneçam dentro da superfície de circulação durante as aulas. No entanto, essa superfície seria mais adequada se fosse uniforme tanto para o torno quanto para o CNC em virtude da quantidade de alunos que não varia independente de qual máquina será utilizada.

Além disso, espera-se que com a planilha desenvolvida para a previsão de demanda, os Laboratórios de Manufatura e de Usinagem sejam capazes de, por meio da quantidade de aulas planejadas ao longo do semestre, estimar a necessidade de ferramentas e consumíveis e, portanto, saber previamente o que, quando, quanto e a que custo adquirir. Considerando-se que a disponibilidade de recursos financeiros é limitada, é evidente a necessidade de otimizar sua utilização.

5. CONCLUSÕES

Foram feitos o estudo de leiaute do Lab-MAN, redação do manual de procedimentos analíticos e operacionais padrão dos laboratórios e website para conjuntamente, formarem o plano de gerenciamento dos Laboratório de Manufatura, de CAM e de Usinagem do DEP-UFV. Conclui-se que a elaboração de um plano de gerenciamento para uma organização é fundamental para a tomada de decisões que impactarão a curto, médio e longo prazo. Além disso, conclui-se que:

- O arranjo físico é fundamental para o bom funcionamento do laboratório. Um leiaute bem projetado apresenta como benefício o aumento da moral e satisfação no trabalho, melhor fluxo do processo, disposição racional dos elementos físicos e maior segurança no ambiente de trabalho.
- O controle e gerenciamento de estoque dos laboratórios afeta direta diretamente o orçamento do DEP. Com a gestão de estoques é possível atender melhor o ensino, a pesquisa e a extensão.
- Os procedimentos operacionais padrão são cruciais. Eles são pontos chaves na realização de operações de maneira padronizada, para a manutenção do conhecimento e garantia de qualidade não somente nos laboratórios, mas como em qualquer organização.

Sugere-se que em pesquisas futuras, seja contemplado também o Laboratório de Metrologia do LABENGE-UFV, bem como seja feita a proposição de um novo leiaute do Laboratório de Manufatura baseado nas análises da presente pesquisa.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio econômico (bolsa CNPq/PIPIC) e ao DEP/UFV por possibilitar a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- _____. BORTOLUZZI, A. C. “Implantação de um laboratório de usinagem em uma instituição de ensino através do estudo de leiaute - um estudo de caso”. Monografia. Universidade Do Oeste De Santa Catarina. Joaçaba, 2011.
- CAMPOS, V. F. “*Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia*”. 2. ed. Nova Lima/MG: INDG, 1994.
- CAMPOS, V. F. “*Qualidade total: Padronização de empresas*”. 4ª ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992. 124 p.
- CHIAVENATO, I. “*Administração de materiais: uma abordagem introdutória*”. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- DEMING, W. E. “*Qualidade: A Revolução da Administração*”, Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- ERDMANN, R. H. “*Gestão da qualidade no setor público*”, Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração da UFSC. 2011. 116p.
- _____. KOHL, A.; OLIVEIRA, J. N. D. “Gestão da Qualidade na Administração Pública Brasileira” Acesso em: 25 de ago. 2017. Disponível em: <www.inovarse.org/sites/default/files/T12_0455_2744.pdf>.
- FERREIRA, J. R.; GOMES, J. C. “*Gerenciamento de Laboratórios de Análises Químicas*”, Fundação Arthur Bernardes. Viçosa, 1995.
- HOWES, B. H. G. D. “Proposta de Transformação do Núcleo de Pesquisas da Fecomércio SC em um Instituto de Pesquisa Estratégico para Santa Catarina”. Trabalho de Conclusão de Estágio (Bacharel em Administração), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. 115 p. Acesso em: 03 dez. 2017. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Adm298916.pdf>>.
- LIMA, D. B; GARCIA, R. N. “*Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio*”, Cadernos do Aplicação, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 201–224, 2011.
- LIMA, L. M. (Coord). “*Normas e Rotinas Operacionais: Laboratório de Bioquímica*”. Viçosa, 2014.
- MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. “Política de Gestão de Obsolescência de Equipamentos de TI da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística – SINFRA”. Cuiabá, 2017. 16p.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. “*Administração da produção: operações industriais e de serviços*”. Curitiba: UnicenP, 2007.
- _____. SILVA, A. C. “Evolução da administração pública no Brasil e tendências de novos modelos organizacionais”, 2015. Acesso em: 25 set. 2017. Disponível em: <<http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2013/12/13/outros/27b4d512efbac7d37520bc37aa78cacl.pdf>>.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. “*Administração da Produção*”. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009. 728 p.
- _____. RODRIGUES, et al. “Normas de Segurança e Conduta nos Laboratório de Ensino da Área Acadêmica de Engenharia”. 2012. Acesso em: 23 set. 2017. Disponível em: <<https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2016/LaboratoriosdeEnsino/NormasLaboratoriosdeMaquinasEletricasAutomacaoCircuitoseEletronica.pdf>>.
- VILLAR, A. M.; NOBREGA JÚNIOR, C. L. “*Planejamento das Instalações Industriais*”. João Pessoa: Editora da UFPB. 2014. 279p.
- WERKEMA, M. C. C. “*Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*”. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 290 p.
- SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2. “Elaboração de um site para divulgação do conhecimento acadêmico e científico produzido na UFABC” (Resumo). Santo André, SP: Universidade Federal do ABC, 2009. 3p.

- INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. “Instrução Normativa 04/2015”. 2015. Acesso em: 19 out 2018. 2017. Disponível em: <http://dtic.ifsc.edu.br/files/IN-04-2015_desfazimento_bens_TI.pdf>.
- ZONTA JUNIOR, A.; BOEHS, L.; CASTRO, P. R. A. “Planejamento Técnico no Gerenciamento de Ferramentas – Estudos de caso em empresas do setor metal-mecânico brasileiro”. In: V - CONEM - Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Salvador, 2008.
- ABCM, 2004. “Journal of the Brazilian Society of Engineering and Mechanical Sciences”. Acesso em: 1 Feb. 2007. Disponível em: <<http://www.abcm.org.br/journal/index.shtml>>
- BORDALO, S.N.; FERZIGER, J.H.; KLINE, S.J. “The Development of Zonal Models for Turbulence”, Proceedings of the 10th Brazilian Congress of Materials Engineering. Rio de Janeiro: ABM, v.2, p. 41-44, jun. 1989.
- COIMBRA, A.L. “*Usinabilidade dos metais*”. 3 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999, 234 p.
- SOVIERO, P.A.O; LAVAGNA, L.G.M., 1997. “A numerical model for thin airfoils in unsteady motion”. RBCM – Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences. v. 19, n. 3, p. 332–340, jan/jun. 1988
- SPARROW, E.M. “Forced Convection Heat Transfer in a Duct Having Spanwise-Periodic Rectangular Protuberances”. Numerical Heat Transfer, v. 3, p. 149-167, jan. 2009.