Brazilian Journal of Development

Banco de dados aplicado nas disciplinas da área da manufatura avançada em cursos de graduação

Database applied in advanced manufacturing area disciplines in graduate courses

DOI:10.34117/bjdv5n9-142

Recebimento dos originais: 20/08/2019
Aceitação para publicação: 20/09/2019

Francisco de Assis Toti
Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade de São Paulo
Instituição: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba "José Crespo Gonzales" [1]
Endereço: Av. Eng. Carlos Reinaldo Mendes, 2015- CEP:18013280 Cidade: Sorocaba Estado – SP
E-mail: ftoti@fatecsorocaba.edu.br

Gabriela Galves Nunes
Bacharel em Sistema de Informação pela Universidade de Sorocaba
Instituição: Universidade de Sorocaba
Endereço: Rod. Raposo Tavares, km:92,5- CEP:18023-000–Cidade: Sorocaba – SP
E-mail:gabrielagalves13@hotmail.com

Samuel Mendes Franco
Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas
Instituição: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba "José Crespo Gonzales"
Endereço: Av. Eng. Carlos Reinaldo Mendes, 2015- CEP:18013280 Cidade: Sorocaba Estado – SP
E-mail: samuelfranco@fatecsorocaba.edu.br

José Josimar de Oliveira
Tecnólogo em Projetos Mecânicos pela Faculdade de Tecnologia de Sorocaba
Instituição: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba "José Crespo Gonzales"
Endereço: Av. Eng. Carlos Reinaldo Mendes, 2015- CEP:18013280 Cidade: Sorocaba Estado – SP
E-mail: jose.oliveira90@fatec.sp.gov.br

Mauricio de Almeida Machado
Tecnólogo em Fabricação Mecânica pela Faculdade de Tecnologia de Sorocaba
Instituição: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba "José Crespo Gonzales"
Endereço: Av. Eng. Carlos Reinaldo Mendes, 2015- CEP:18013280 Cidade: Sorocaba Estado – SP
E-mail: mauricio.machado@fatec.sp.gov.br

RESUMO

As atualizações dos conteúdos programáticos dos planos de ensino das disciplinas profissionalizantes devem acompanhar, dentro do possível, as inovações tecnológicas que as indústrias estão implementando para integrar-se a 4ª revolução industrial intitulada como

Brazilian Journal of Development

"Indústria 4.0". Nesse contexto, a discussão no campo educacional sempre focou, dentre outros tópicos, em como manter os cursos atualizados para formar profissionais que atendam as expectativas de vários setores industriais que enfrentam cada vez mais um mercado competitivo, no qual o fluxo de informações é determinante para redução do tempo de desenvolvimento de determinado produto. O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do banco de dados para utilização em aulas práticas de laboratório das disciplinas da área da manufatura avançada, visando auxiliar o educando na formação por competência em integração e conectividade entre o ser humano e máquina.

Palavras-chave: Manufatura Avançada. Banco de Dados. Indústria 4.0

ABSTRACT

Updates to the syllabus of curricula for vocational subjects should, as far as possible, accompany the technological innovations that industries are implementing to integrate the 4th industrial revolution entitled "Industry 4.0". In this context, the discussion in the educational field has always focused, among other topics, on how to keep the courses updated to train professionals who meet the expectations of various industrial sectors that increasingly face a competitive market, in which the flow of information is crucial for reduction of the development time of a given product. This paper aims to present the development of the database for use in laboratory practical classes of advanced manufacturing disciplines, aiming to assist the student in the formation of competence in integration and connectivity between human and machine.

Keywords: Advanced Manufacturing. Database. Industry 4.0

1. INTRODUÇÃO

Desde a primeira revolução industrial ocorrida na Inglaterra no século XVIII, em que a integração do ser humano com a máquina resultou em um aumento de produtividade, a sociedade de modo geral se adaptou a uma nova prática de produção. No século seguinte, ocorreu a segunda revolução, na qual foi implantada a produção em série baseada no "Taylorismo" (tempos e métodos) em que a sociedade novamente se adaptou a metodologia de maximização da produção. Na década de 40, do século passado, iniciou-se a terceira revolução industrial que se encontra em vigência, destacando a integração da informática no processo de produção e, recentemente, surgiu a quarta revolução industrial que tem como objetivo principal integrar a terceira revolução com a sociedade digital, pois "Essa nova sociedade que se apresenta é a do conhecimento e da informação, na qual, a ciência e a tecnologia são as chaves para o desenvolvimento econômico" (PAVANELO *et al.*, 2017, p. 130).

A educação de modo geral na área da engenharia e dentre outras sempre acompanhou essas revoluções, pois é responsável por formar profissionais para o setor produtivo de vários segmentos. E esses profissionais podem estar ligados direto ou indiretamente com a 4.0, pois "A instituição de ensino deve preparar um profissional versátil que poderá ter seu próprio

empreendimento e/ou trabalhar em empresas de portes variados" (TOTI *et al.*, 2008). Entretanto, esse acompanhamento não é tarefa fácil porque a dinâmica do setor produtivo é integrar ser humano/processo/máquina e a do setor da educação é preparar o ser humano com conhecimento para integrar processo/máquina e nesse estudo abordaremos esse processo através da utilização da informática.

Entre esses dois setores, produtivo e educação, está o aluno que vive nessa sociedade digital, recebendo e transmitindo informações a todo momento e local e que de certa forma acompanha ou pelo menos tem noção dessa nova revolução. Nesse contexto, o setor da educação vem se adequando para que o ensino seja cada vez mais integrativo e dinâmico, onde o educador é o elo principal para distribuir e gerenciar o conhecimento e a tecnologia de informação é o ponto de convergência entre esses setores e a sociedade.

> A característica da educação atual é o conhecimento entendido e definido como competências transmitidas ao aluno, por um educador atuando como um facilitador da transmissão do conhecimento ((HOLDSWORHT & HEGARTH, 2016, p. 176-185).

Para isso, é necessário ocorrer alterações objetivando, principalmente, a atualização dos conteúdos programáticos das disciplinas, a interdisciplinaridade e aplicação de novas metodologias ativas. Atualmente não basta apenas, por exemplo, agregar aplicativos e softwares de criação e manipulação de modelagem 3D, a Indústria 4.0 requer do profissional que vai atuar, além dos conhecimentos científico e técnico de softwares e aplicativos de apoio, o conhecimento de como guardar informações e identificar padrões possíveis para minimização de erros. Por isso, buscar o sincronismo da educação com a sociedade digital nessa nova revolução é um tema a ser pesquisado.

2. A INDÚSTRIA 4.0

A quarta revolução industrial, a "Indústria 4.0", traz uma dinâmica de controle em tempo real envolvendo material, projeto, processo, qualidade e entrega de determinado produto à sociedade. Tem como objetivo, dentre outros, aproveitar da melhor forma as aplicações proporcionadas pelo desenvolvimento tecnológico e ao mesmo tempo mover-se em direção a inovação e sustentabilidade, utilizando o poder computacional como conectividade. Neste

sentido, a interligação entre máquinas, processos de fabricação e pessoas tem sido o auge dos estudos, pesquisas e realizações para a integração de sistemas de manufatura.

> Diante da novidade que representa a Indústria 4.0 e das mudanças cada vez mais rápidas causadas pelas tecnologias dessa nova revolução, torna-se importante o levantamento e a sistematização das pesquisas atuais (SIGAHI & ANDRADE, 2017, p. 1-12).

Diante dessas mudanças rápidas que a quarta revolução provoca e que de certa forma impõe uma dinâmica, onde o ensino superior terá que se integrar no que tange a formar um profissional da área da manufatura que tenha um conhecimento mais abrangente de informática, motivou o desenvolvimento desse trabalho com objetivo de elaborar um banco de dados a ser aplicado na conectividade entre o ser humano e máquina.

3. A INFORMÁTICA APLICADA NA MANUFATURA AVANÇADA

A introdução da informática nos conteúdos programáticos das disciplinas da área de manufatura avançada por remoção de material, já vem ocorrendo há anos de modo setorizado e acompanhando o setor produtivo, por meio dos sistemas CAD/CAE/CAM (projeto auxiliado por computador/engenharia de simulação auxiliada por computador/manufatura auxiliada por computador). Recentemente, surgiu a manufatura por adição de material, por meio da integração dos sistemas CAD com o CARP (prototipagem rápida auxiliada por computador) que apresenta vantagens quando comparados "Com os de construção de protótipos por remoção de material, pois não existe perda do material para a sua construção e não sendo necessário a utilização de ferramentas de corte" (TOTI *et al.*, 2012, p. 330-337). Entretanto, dependendo do produto fabricado por adição de material, torna-se necessário em função de ajustes e tolerâncias para montagem a necessidade da operação de acabamento por remoção de material, exigindo o planejamento do processo.

Assim, a manufatura por remoção de material é amplamente utilizada, seja em maior ou menor grau, e dependendo do tipo de produto o seu planejamento é uma atividade que ainda depende largamente da experiencia humana, onde as informações sofrem geralmente complementos e/ou substituições ao longo do tempo e que na quarta revolução uns dos objetivos é minimizar ao máximo essa dependência do conhecimento humano, "É óbvio que as principais questões/tópicos sobre a manufatura não mudaram, apenas a tecnologia e as abordagens são novas para lidar com as questões conectadas" (KOJKO, 2017, vol. 11, nº 5).

Nos setores da educação e industrial, vários pesquisadores vêm propondo o desenvolvimento do CAPP (planejamento de processos auxiliado por computador), sendo considerado como a tecnologia-chave para a integração do CAD e o CAM. "O CAPP desempenha um papel importante em qualquer tipo de manufatura, pois reduz o tempo, o custo e os retrabalhos" (MADKI & PAWAR, 2015).

Nesse contexto, é inquestionável a importância da informática, porém como utilizá-la no aprendizado ainda necessita de um aprofundamento maior quanto ao fluxo de informações, que deve ser ministrado entre as disciplinas e que de sorte, tanto o educador como o educando, possam partilhar e ampliar o conhecimento.

4. OBJETIVO

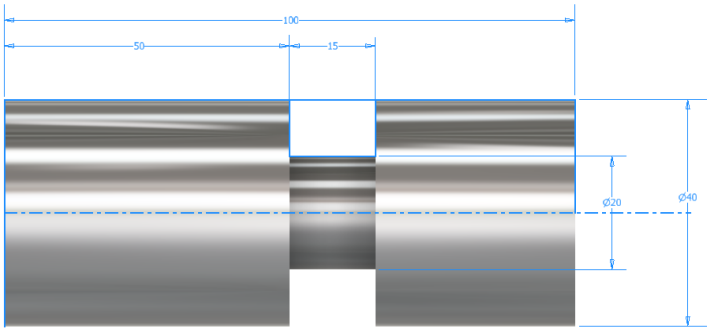
Diante do exposto acima, o setor produtivo na área da manufatura avançada ainda depende, em certo ponto, da experiência de "chão de fábrica" do profissional e que, ao longo do tempo, pode ocorrer perda de informações se não ficarem devidamente registradas. Por outro lado, através da tecnologia da informação, a quarta revolução industrial te como objetivo a automatização total da informação na manufatura, reduzindo tempo/custo e a dependência humana no desenvolvimento de produto. Assim sendo, compete ao setor da educação adequar a estrutura curricular dos cursos de graduação para atender a expectativa atual tanto do setor produtivo como da sociedade em geral. O objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de banco de dados que possa ser aplicado em disciplinas na área de manufatura, auxiliando na aprendizagem de processo e redução de erro humano e fazendo o uso de uma base de dados como elemento substancial para que o educando seja direcionado à integração do aprendizado com a tecnologia de informação.

5. METODOLOGIA

Na metodologia utilizada nesse trabalho, foi selecionado um componente mecânico eixo, amplamente utilizado na montagem de diversos produtos, onde o processo de fabricação quase que na totalidade é por remoção de material e que envolve restrições quanto a relação diâmetro/comprimento. Aliado a isso, que suas características geométricas (*features*) finais permitissem a indexação de máquinas-ferramenta, ferramentas de corte e parâmetros de corte. Para isso, foi construído o modelo 3D, contendo uma redução de seção descentralizada utilizando o software CAD Inventor® - AUTODESK, versão educacional – 2017. A figura 1 mostra as features do modelo 3D do componente mecânico eixo.

Brazilian Journal of Development

Figura 1 – Features do Modelo 3D.



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, foi executada a modelagem do banco de dados, definida como normalização de banco de dados, que visa garantir a organização e a qualidade dos dados armazenados, criando o projeto conceitual do banco de dados em nível 0, o qual apresenta uma visão geral e expõe a realidade e a necessidade do projeto. No apoio do desenvolvimento visual para a modelagem de dados, foi utilizado o software livre brModelo, onde o download foi executado no endereço: https://sourceforge.net/projects/brmodelo30/. Nessa fase, as variáveis que são estudadas no planejamento do processo convencional foram separadas em processos e etapas, verificando suas relações diretamente ligadas com o modelo 3D. A tabela 1 abaixo apresenta as variáveis e a figura 2 mostra o projeto conceitual em nível 0 do banco de dados.

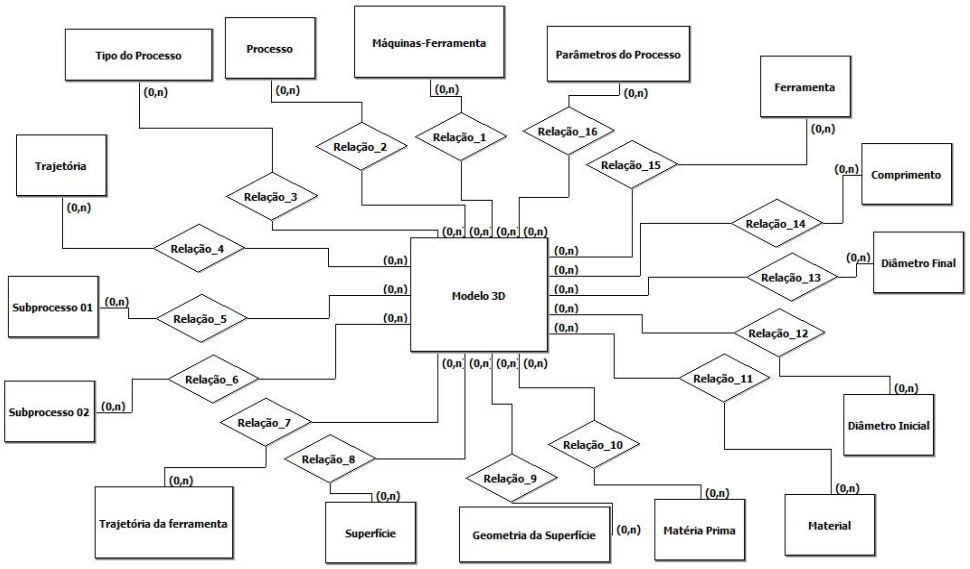
Tabela 1- Variáveis estudadas no processo.

Item	Variáveis
1	Máquina-ferramenta
2	Ferramenta
3	Trajetória de ferramenta
4	Processo
5	Subprocesso
6	Parâmetros de corte
7	Material
8	Matéria-prima
9	*Features*

Fonte: Autoria própria.

Brazilian Journal of Development

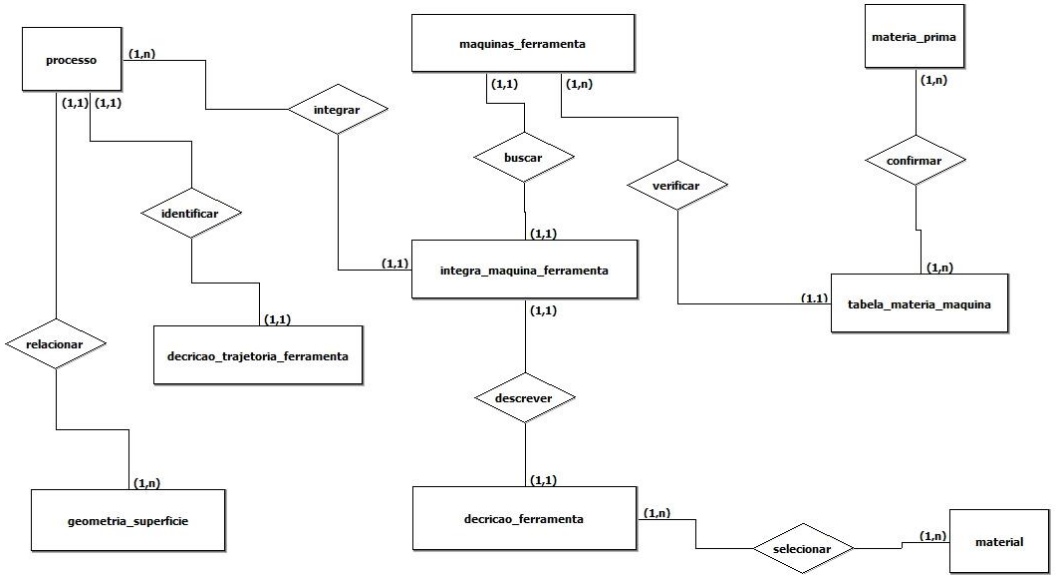
Figura 2 – Projeto conceitual nível 0 do banco de dados.



Fonte: Autoria própria.

Posteriormente, as informações obtidas no nível 0 passaram por três etapas de revisão, que visaram garantir: a automaticidade dos dados, garantindo que esses não se repitam nas tabelas; a dependência correta dos dados, verificando assim, quais dados são tidos como primários e quais dados são seus dependentes e em quais tabelas se encontram; independência de dados com dependência exclusiva da chave primária. Com isso, garantiu-se a integridade de dados e o projeto conceitual final para o banco de dados atingiu a normalização até o nível 3, em que das 17 tabelas iniciais propostas, foram reduzidas para 09 tabelas, denominado Modelo Entidade-Relacionamento (MER), conforme mostra a figura 3.

Figura 3 - Projeto conceitual finalizado.

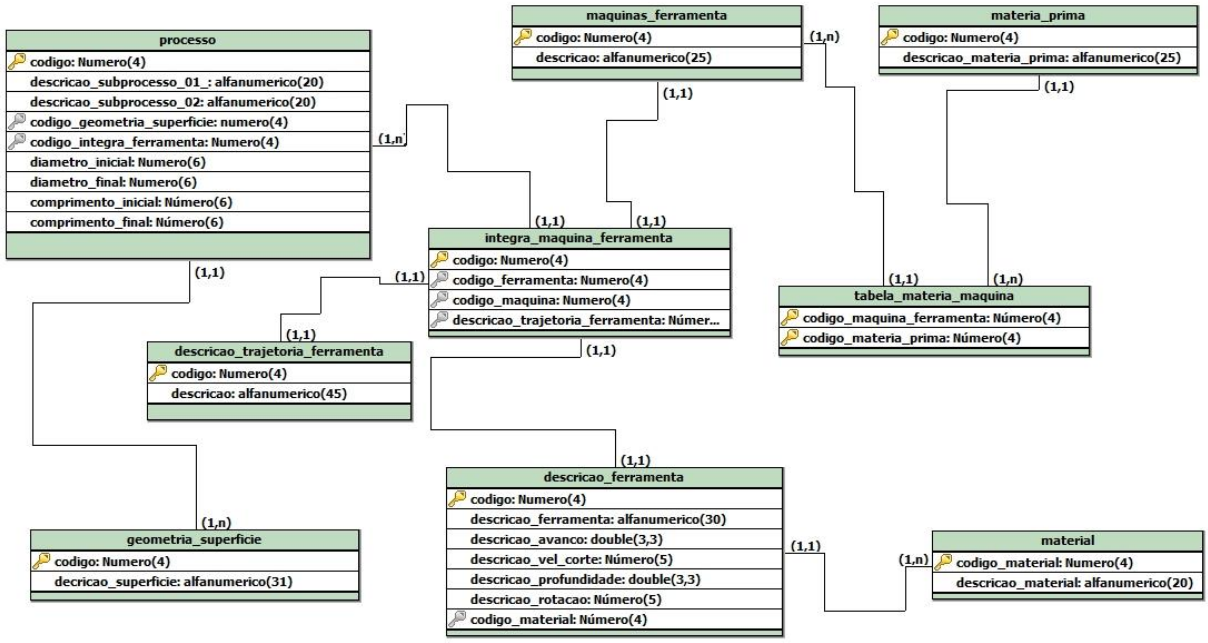


Fonte: Autoria própria.

Brazilian Journal of Development

Na sequência, foi construído o projeto lógico, denominado Diagrama Entidade-Relacionamento (DER), contendo todas as informações dos tipos de dados a serem aceitos pela base de dados e que deverá ser exposta ao usuário. Também foi exposto de forma lógica como os dados devem ser tratados para garantir a normalização e integridade, englobando desde a matéria-prima até os parâmetros para a manufatura avançada de produto por remoção de material, conforme mostrado na figura 4.

Figura 4 - Projeto lógico desenvolvido.



Fonte: Autoria própria.

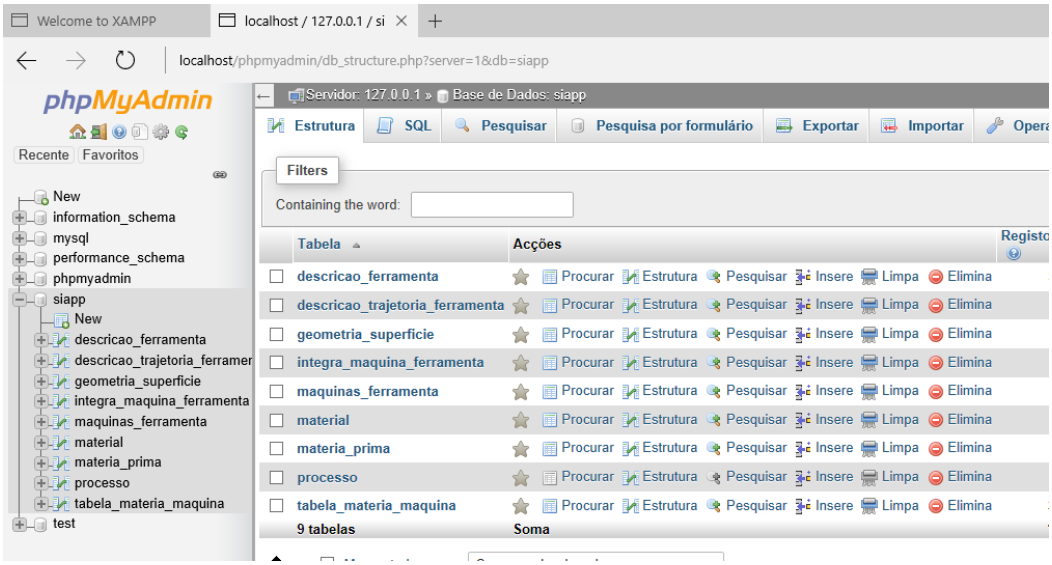
Com o projeto lógico desenvolvido, na etapa seguinte foi montado a parte física da base de dados, estruturada em toda a parte conceitual e lógica desenvolvidas anteriormente, onde o acesso aos dados físicos é realizado através do Gerenciador de Sistema de Banco de Dados (SGBD), que utiliza a programação através da linguagem Hypertext Preprocessor (PHP), utilizando as linguagens de marcação HyperText Markup Language (HTML) e Cascading Style Sheets (CSS), estruturada no sistema variante para a produção, utilizando o software livre XAMPP, como sendo o servidor de plataforma. O SGBD utilizado é o MySQL, a linguagem para bando de dados Structured Query Language (SQL) e do servidor web Apache, para interpretação das linguagens de script: PHP.

Com a programação concluída no banco de dados, a etapa final visou o acesso amigável com os dados gravados na base de dados, necessitando assim, realizar o desenvolvimento dessa interface, e que para este projeto a interface em questão foi planejada e desenvolvida em duas páginas, utilizando as linguagens HTLM, CSS e PHP. Nessas páginas são consultadas, por

SQL, quatro tabelas (matéria prima, material, máquina-ferramenta e ferramenta), onde a sequência inicia-se na escolha da matéria prima, depois o material e, por fim, a máquina-ferramenta e o sistema automaticamente indica a ferramenta.

A figuras 5 mostra a área de trabalho do SGBD que gerencia a base de dados do programa computacional intitulado “Sistema Informativo Auxiliar no Planejamento do Auxiliando Processo – SIAPP que está em desenvolvimento.

Figura 5 - Área de trabalho do banco de dados SIAPP.



Fonte: Autoria própria.

A figura 6 mostra a área de trabalho do programa SIAPP que a partir da escolha da matéria prima, material e a geometria definida do componente conforme mostrado na figura 1, resultará na liberação do tipo de máquina-ferramenta e da ferramenta com os parâmetros de corte preestabelecidos. Assim, pode-se analisar e definir para diferentes geometrias de componentes a serem manufaturados todas as variáveis do processo. Outra vantagem que o banco de dados oferece é aumentar a eficiência durante o planejamento do processo.

Brazilian Journal of Development

Figura 6 - Área de trabalho do SIAPP (a). Variáveis definidas no SIAPP (b).

(a) ***(b)***

Fonte: Autoria própria.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do banco de dados desenvolvido para auxiliar a manufatura avançada, nas aulas práticas de laboratório está sendo gradativamente implantada, pois requer treinamento para os docentes e auxiliares de docente que atuam na área de manufatura. Alunos que trabalham na área perceberam a sua aplicabilidade e consideraram que tanto o banco de dados como o programa computacional SIAPP como um sistema de verificação de folha de processo visando a redução do erro humano. Também demostraram interesse na integração que envolvem disciplinas de tecnologia de informação – TI com a mecânica (manufatura), pois nas empresas que trabalham convivem com a busca de sistemas de gestão cada vez mais eficientes e inovadores. A expectativa é que os alunos utilizando o banco de dados tenham uma visão mais abrangente de como é fundamental o planejamento e execução das etapas aplicadas na manufatura, em que a alta quantidade de dados e atividades inter-relacionadas forma um fluxo de informações que sempre deve estar atualizado e ter rapidez para atingir um alto desempenho de produção, já que a redução do tempo do desenvolvimento do ciclo de um produto é ultimamente uns dos maiores desafios do setor produtivo.

Na apresentação para docentes da área da manufatura, a proposta foi bem aceita, entretanto, o questionamento é como e em qual semestre inserir na estrutura curricular do curso superior de tecnologia em mecânica, pois a informática básica é ministrada, mas para a criação

e utilização de um banco de dados requer disciplina específica. Também o aluno de graduação não deve ser somente um usuário do programa e sim ter conhecimento do potencial que um banco de dados pode oferecer na integração das informações, pois envolve os setores de estoque, compras, projeto e manufatura. Aliado a isso, consideramos que a utilização do banco de dados em disciplinas da área de manufatura, contempla de certa forma em atender o aprendizado de como reunir dados de forma inteligente e facilitadora, auxiliando assim na tomada de decisões (Big Data), e que possa ser utilizado de forma interdisciplinar, através da computação em nuvem (cloud computing), envolvendo mais áreas do curso e indo ao encontro dessa tecnologia emergente da quarta revolução, a qual através de computadores interligados e conectados na internet integra informações, as quais são disponibilizadas e compartilhadas.

Nesse contexto, das opiniões dos alunos e dos questionamentos levantados pelo corpo docente, consideramos que a utilização do banco de dados na manufatura trará uma nova dinâmica no processo de aprendizagem e nessa metodologia proposta, o aluno vivenciará de certa forma como o setor produtivo está aplicando o fluxo de informações, no desenvolvimento de seus produtos e esperamos que sirva de incentivo à sua formação profissional. Aliado a isso, abriu uma nova discussão quanto a integração da manufatura com a tecnologia de informação, tendo como base a análise comparativa da estrutura curricular clássica do curso superior de tecnologia com a estrutura da quarta revolução industrial.

A estrutura curricular clássica do curso superior em tecnologia é composta de disciplinas básicas, especificas e profissionalizantes, onde a interdisciplinaridade é aplicada para interação entre conhecimentos, sendo amplamente debatida e vários métodos foram e estão sendo aplicados para sua efetivação. Quando analisamos a estrutura da quarta revolução industrial, a computação em nuvem (cloud computing) tem a função de ser o elo de ligação da automação das tarefas, do controle de dados e informações em tempo real, realizando assim uma tarefa interdisciplinar. Porem essa análise comparativa é apenas uma abordagem inicial de como o setor educacional poderá utilizar o conceito da quarta revolução industrial no processo de ensino e aprendizagem, com a devida ressalva de que fazer a interação de informações entre máquinas é uma tarefa “mecânica”, porém a interação de conhecimento entre saberes diferentes envolvendo pessoas não é uma tarefa fácil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Paula Souza por prover o regime de jornada integral – RJI e a Faculdade de Tecnologia de Sorocaba pela utilização dos laboratórios de manufatura avançada e de computação gráfica.

REFERÊNCIAS

HOLDSWORTH, Sarah; HEGARTY, Kathryn**. From Praxis to Delivery: a Higher Education Learning Design Framework (HELD)**. Journal of Cleaner Production, Elsevier, p. 176-185, 2016.

MADKIL, S. J.; PAWAR, M. S. **Computer Aided Process Planning (CAPP) for Manufacturing in Job Type Industries**. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 5, Issue 7, July, 2015.

PAVANELO, E; GERMANO, J S; LEMES-FREITAS, P L. **A Interdisciplinaridade em Cursos de Engenharia.** Rev. Docência Ens. Sup., Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 130-148, 2017.

ROJKO, Andreja. **Industry 4.0 Concept: Background and Overview**. European Center for Power Electronics e.V., Nuremberg, https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072, acesso em 2019. Germany, 2017.

SIGAHI, T. F. A. C.; ANDRADE, B. C. A **Indústria 4.0 na Perspectiva da Engenharia de Produção no Brasil: Levantamento e Síntese de Trabalhos Publicados em Congressos Nacionais**. XXXVII. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville, SC, 2017.

SOFTWARE livre XAMPP, Disponível : https://www.apachefriends.org/pt_br/download.html.8 Acesso em maio de 2018.

SOFTWARE livre brModelo, Disponível em: https://sourceforge.net/projects/brmodelo30/, Acesso em: maio de 2018.

TOTI, Francisco Assis *et al.* **Influência da Orientação no Posicionamento do Modelo 3D Prototipado por Deposição de Material Fundido - FDM. In:** Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica – CONEM, São Luís - Maranhão, p. 327-333, 2012.

TOTI, Francisco Assis *et al*. **A Integração da Computação Gráfica no Ensino-Aprendizagem do Desenho Técnico.** In: Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, São Paulo, p. 250-2590, 2008.