

Melhoria Contínua Aplicada ao Projeto de Fabricação de Cerveja Artesanal no Ensino da Engenharia de Produção

Paulo França Barbosa Neto¹, Lucio Garcia Veraldo Jr¹, André Luís Ortiz Pirtouscheg¹, Humberto Felipe da Silva¹, Antonio Lopes Nogueira Silva¹

¹ Coordenação de Engenharia de Produção do Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Campus São Joaquim, Lorena, Brasil

Email: paulo.barbosa@lo.unisal.br, lucioveraldo@gmail.com, marketing@lo.unisal.br, humberto.felipe@yahoo.com.br, antonio.silva@lo.unisal.br

Resumo

O sistema de ensino profissional tem sido objeto de discussões centradas principalmente na organização curricular e nos cursos de formação, e com menos ênfase nas metodologias de aprendizagem que visam a construção de competências profissionais. Algumas estratégias metodológicas da educação diferenciada têm sido desenvolvidas para promover mudanças em suas práticas de ensino, com uma visão voltada para a aprendizagem. O desenvolvimento de projetos interdisciplinares é um desses métodos inovadores de estratégias em que o aluno trabalha para resolver ou simular um problema ou processo através de um método de aprendizagem focado no aluno, o qual deixa o papel de receptor passivo de conhecimento e assume o papel de protagonista da aprendizagem. O uso desses projetos no Centro Salesiano de São Paulo (UNISAL), a primeira instituição brasileira a participar da Iniciativa CDIO, é uma característica marcante em todos os semestres dos cursos de Engenharia, levando em consideração as experiências propostas no *Standart 5*. Este artigo apresenta alguns pontos de melhoria no projeto realizado no décimo e último semestre do curso de Engenharia de Produção, onde foi proposto aos alunos o desenvolvimento do processo de fabricação tendo como produto final a cerveja artesanal, a fim de desenvolver características necessárias a um engenheiro de produção (trabalho em equipe, gestão de conflitos, resolução de problemas, articulação teoria/prática e apresentação de uma solução/produto). Para realizar o projeto, os alunos passaram pelos estágios de concepção (idealizando o produto a ser desenvolvido), projeto (estabelecendo as necessidades de fabricação), implementação dos processos (caracterização das entradas e equipamentos) e operar (produzir a cerveja artesanal). Além disso, as equipes deveriam desenvolver o plano de negócios e a análise de mercado em que definiram para atuar e no final do semestre, apresentou o relatório final com o processo completo de desenvolvimento da cervejaria que culminou com o processo de degustação. O processo foi realizado e avaliado por especialistas e professores das disciplinas do projeto

Palavras-chaves: Prática, Cerveja Artesanal, Projeto Interdisciplinar, Engenharia de Produção, Standard 5.

1 Introdução

As metodologias baseadas na aprendizagem ativa voltadas para a engenharia são efetivadas de variadas formas. As metodologias podem ser baseadas na solução de problemas (como o PBL - *Project Based Learning*), podem priorizar o trabalho a partir de projetos (PLE - *Project Led Education*), podem organizar o processo de aprendizado (*Project Work*), ou ainda, podem ser baseadas em experiências com projetos interdisciplinares. De qualquer forma as antigas práticas pedagógicas de transmitir o conhecimento devem dar lugar ao novo papel do educador enquanto facilitador em um processo de parceria com o estudante.

O projeto interdisciplinar faz parte da vida real e sua introdução é necessária nos programas regulares estabelecendo diferentes maneiras de aprendizagem propiciando a cooperação entre os estudantes independente de quão difícil é a sua organização (POLUTNIK *et al*, 2013). Além disso, é importante salientar como característica do projeto interdisciplinar a aprendizagem ativa do aluno, pois a realização prática do trabalho desenvolvido é resultado fundamental deste processo de ensino. Os projetos interdisciplinares contribuem efetivamente no aprendizado do aluno, pois consistem numa metodologia que enfatiza o trabalho em equipe, a resolução de problemas variados e a articulação teoria/prática, na realização de um projeto que culmina com a apresentação de uma solução/produto a partir de uma situação real, relacionada com o futuro contexto profissional (POWELL; WEENK 2003). A prática pedagógica por meio do desenvolvimento destes projetos interdisciplinares é uma forma de conceber uma capacitação que envolve aluno, professor, recursos

disponíveis e todas as interações que se estabelecem no ambiente de aprendizagem. Este ambiente é criado para promover a interação entre todos os seus elementos, propiciar o desenvolvimento da autonomia do aluno e a construção de conhecimentos de distintas áreas do saber, na busca de informações significativas para compreensão, representação e resolução de uma situação-problema (ALMEIDA, 1999).

A escolha entre uma e outra metodologia, para o caso deste artigo definiu-se pelo projeto interdisciplinar, determina o tipo de profissional que se pretende formar. E, na perspectiva do século XXI, a necessidade é formar profissionais capazes de imaginar e elaborar novas alternativas, progredir e aperfeiçoar conceitos. Para isso, é importante, além da escolha da prática, migrar de uma visão fragmentada para uma visão globalizada; do disciplinar para o inter e transdisciplinar, uma vez que a realidade atual não permite mais que as instituições superiores de ensino entreguem ao mercado de trabalho um profissional com o mesmo perfil de vinte anos passados, desta forma as instituições necessitam acompanhar o desenvolvimento na tecnologia e as mudanças no comportamento humano, para assim, permitir o desenvolvimento das potencialidades intelectuais que conduzam o aluno ao paradigma do aprender a aprender para que ele venha a ser protagonista de sua própria aprendizagem (CUNHA; SOUZA Jr, 2007).

2 Desenvolvimento do Projeto

Metodologias baseadas na aprendizagem ativa utilizando projetos interdisciplinares utilizadas no Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), a primeira instituição brasileira a participar da Iniciativa CDIO, é uma característica marcante em todos os semestres do curso de Engenharia de Produção (VERALDO JR *et al*, 2016a) e o projeto de fabricação de cervejas artesanais está sendo realizado pelo segundo ano consecutivo (BARBOSA NETO *et al*, 2016) o que nos permitiu, utilizando a algumas ferramentas de qualidade, estabelecer pontos de melhorias no desenvolvimento do projeto.

O projeto é aplicado no 10º semestre (último do curso de Engenharia Industrial) onde é proposto aos alunos um trabalho em grupo e limitado a 11 pessoas e com o escopo do projeto contemplando a idealização, elaboração e execução de um processo de fabricação de cerveja artesanal. Para o desenvolvimento das atividades necessárias segue-se os estágios de concepção (idealização do produto a ser desenvolvido), processos (estabelecimento de necessidades de fabricação), implementação (caracterização de insumos e equipamentos) e operação (produção da cerveja artesanal), além disso, os times devem desenvolver uma análise de mercado e um plano de negócios. Após o planejamento das atividades, é necessário conhecer o as etapas do processo de fabricação de cerveja (Mostura, Fervura, Fermentação, Maturação e Engarrafamento), uma vez que para o processo de avaliação é realizado uma degustação do produto final. Por fim, as contribuições das disciplinas são apresentadas no Quadro 1:

Quadro 01 - Matriz de Contribuição das Disciplinas

Disciplinas	Professor	Contribuições
Gestão de Projetos	Lucio	Implementação de uma metodologia de gestão de projetos. Conceitos de Project Management Body of Knowledge (PMBOK)
Gestão de Pessoas (Integradora)	Paulo França	Organização de equipes, seus papéis e suas responsabilidades. Gerenciamento de conflitos. Acompanhamento técnico do processo de fabricação
Gestão Estratégica e Organizacional	Humberto Felipe	Desenvolvimento estratégico de equipes. Elementos de planejamento e organização. SWOT
Gestão de Negócios	André Ortiz	Análise de mercado. Processo de pesquisa. Definição e caracterização do produto.
Simulação em Engenharia de Produção	Antônio Silva	Desenvolvimento de modelos determinísticos e probabilísticos, capazes de prever comportamentos de sistemas, gerando-se dados para tomar as melhores decisões

2.1 Aplicação da Avaliação de habilidades e atitudes

No projeto de 2017, logo após a apresentação do projeto foi iniciado um processo de avaliação a fim de medir a percepção dos estudantes antes e depois do desenvolvimento do projeto. O processo de avaliação do projeto interdisciplinar consiste em entender através da perspectiva dos alunos, individualmente, uma vez que cada jurisdição é afetada no desenvolvimento da atividade (VERALDO JR *et al.*, 2016b). No total, 41 alunos participaram da competência de avaliação.

A tabela 1 mostra a avaliação de habilidades e atitudes onde são evidenciados as competências e o nível de proficiência, os maiores valores estão destacados na cor azul. Esta prática não havia sido utilizada no projeto de 2016.

Tabela 01 – Avaliação de Habilidades e Competências

AVALIAÇÃO HABILIDADES E ATITUDES						
NOME:						
[] EXPECTATIVA [] PERCEPÇÃO		Nível de Proficiência				
COMPETÊNCIAS		Ser experimentado ou exposto a ..	Ser capaz de participar e contribuir para ..	Ser capaz de compreender e explicar ..	Ser hábil na prática ou aplicação a ..	Ser capaz de liderar ou inovar em ..
		HABILIDADES E ATITUDES: PESSOAIS E PROFISSIONAIS				
Raciocínio de Engenharia e Resolução de Problemas (Identificação e formulação do problema por modelos, estimativas, análises e recomendação de soluções)		15%	34%	27%	15%	10%
Experimentação e Descoberta do Conhecimento (Formulação e testes de Hipóteses, levantamento da literatura eletrônica, experimentos)		17%	27%	22%	29%	5%
Pensamento Sistêmico (Holístico, visão do todo, urgência, priorização, foco, trade-offs e equilíbrio na resolução)		12%	22%	17%	29%	20%
Habilidades e atitudes PESSOAIS (Iniciativa e vontade de assumir riscos, perseverança e flexibilidade, criativo, crítico, gestão de tempo e de recursos)		2%	22%	15%	37%	24%
Habilidades e atitudes PROFISSIONAIS (Comportamento ético, íntegro, responsável, atualização contínua, planejamento pró-ativo para a carreira)		2%	17%	17%	39%	24%
HABILIDADES INTERPESSOAIS: COMUNICAÇÃO E EQUIPE MULTIDISCIPLINAR						
Trabalho em Equipe (Formação de Equipes Eficazes em liderança, operação técnica de maneira evolutiva)		2%	27%	10%	32%	29%
Comunicação (Estratégia e estrutura por meio da escrita, oral, gráfica e inter-pessoais)		5%	20%	22%	37%	17%
CONCEBER, PROJETAR, IMPLEMENTAR E OPERAR SISTEMAS NA EMPRESA E NO CONTEXTO SOCIAL						
Contexto Social e Externo (Regulamento, papéis, responsabilidade e o impacto da engenharia nos valores da sociedade, perspectiva global)		17%	34%	24%	22%	2%
Contexto Empresarial e Negócios (Culturas e estratégias diferentes, metas, planejamento, empreendedorismo técnico, sucesso nas Organizações)		20%	29%	27%	17%	5%
Conceber Sistemas de Engenharia (Metas, funções, requisitos, conceitos e modalagem da arquitetura gerenciando o desenvolvimento do projeto)		15%	29%	24%	24%	7%
Projetar Sistemas (Desenvolver as abordagens em cada fase do projeto utilizando conhecimentos multidisciplinares e multi-objetivos)		17%	29%	17%	32%	5%
Implementar Sistemas (Estabelecer, verificar, validar e certificar o processo de implantação utilizando e integrando hardware e software)		7%	44%	24%	17%	7%
Operar Sistemas (Desenvolver e gerenciar as operações otimizadas, incluindo treinamentos, melhorias e evoluções no apoio ao ciclo de vida do sistema)		12%	54%	15%	15%	5%
Conduzir Empreendimentos na Engenharia (Criar uma visão como propósito nas soluções e entregas exercitando a inovação e invenção)		10%	32%	24%	15%	20%
Empreendedorismo (Fundação, formulação, liderança no desenvolvimento do plano de negócios, capitalizando recursos e propriedade intelectual)		5%	29%	20%	34%	12%

2.2 Desenvolvimento do Projeto

Após serem entendidos o escopo, a contribuição de cada disciplina e os objetivos do projeto, passamos ao próximo passo definindo um cronograma de atividades (quadro 02). Na data pré-determinada no cronograma, um membro de cada equipe apresentou as atividades realizadas e próximos passos.

Quadro 02 – Cronograma do Projeto Interdisciplinar

Data	Gates	Evento
Ago 07	Kick off	Orientações do especialista em cerveja
Ago 24	01	Definição dos componentes dos times, das responsabilidades e do plano de atividade (pesquisas, cálculos, etc.)
Ago 31	02	Processo de escolha (mercado, custos, viabilidade); Proposta de projeto
Set 14	03	Benchmarking; Modelo de preparação preliminar (fluxo de processo); Definição de indicadores de controlo (financeiros, lead time, outros)
Set 21	04	Recursos, materiais e equipamentos
Out 19	05	Fabricação (Operação); Controle de indicadores
Nov 09	06	Pontos críticos; Melhorias aplicadas; Novo processo (fluxo)
Nov 30	07	Teste de degustação de cerveja (incluía a entrega de um artigo)

O projeto é realizado, normalmente, em um período de 12 semanas na mesma época do semestre das disciplinas, sua realização é possível devido a uma ação conjunta dos professores que trabalharam como facilitadores dos grupos nas atividades específicas de cada disciplina e na sequência da data de entrega de cada *gate*. Aqui tivemos outro ponto de melhoria: as apresentações dos *gates* pelos grupos em 2016 foram realizadas, conforme o quadro 03, todas as semanas e durante as aulas do facilitador, o que prejudicou o desenvolvimento da disciplina durante o semestre. Desta forma, foi alterado a organização das apresentações, as quais ocorrem, agora, em apenas três semanas e durante as aulas da disciplina correspondente.

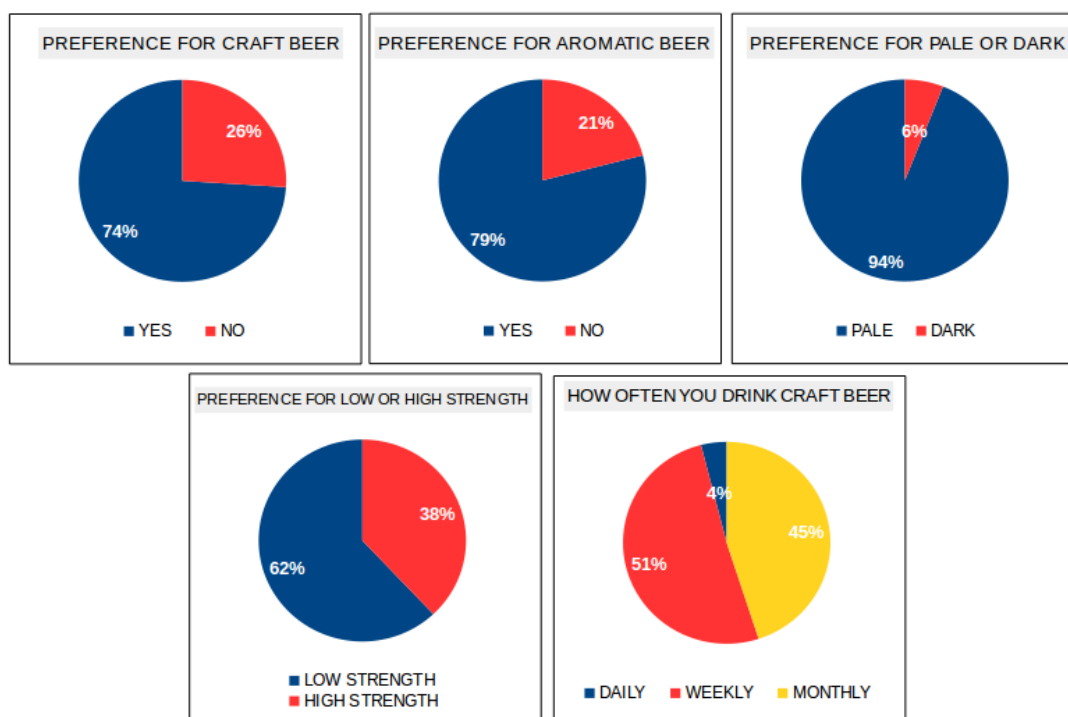


Figura 39. Pesquisa de Mercado do projeto de 2016.

Conforme mencionado anteriormente, uma pesquisa de mercado precisa ser desenvolvida pelos times. Esta pesquisa é importante, uma vez que analisando os resultados destas pesquisas foi possível definir as estratégias que os times devem seguir. Estas pesquisas contêm algumas questões interessantes sobre as preferências do tipo de cerveja, sabor, cor, teor de álcool e frequência de consumo do produto. A figura 01 mostra os resultados da pesquisa realizada por um dos grupos do projeto de 2016.

2.3 Desenvolvimento do Tipo de Cerveja

O processo de seleção de cervejas leva em conta os levantamentos e resultados apresentados pela pesquisa de mercado e realmente refletem a característica do consumidor brasileiro de cerveja. Os dois tipos de cerveja que normalmente mais agradam ao público-alvo são os tipos Pilsen e Wheat, que juntos representam cerca de 90% do consumo no mercado brasileiro de cerveja artesanal. Esta informação é utilizada para a escolha do tipo de cerveja a ser fabricada. Um dos times definiu, por exemplo, uma cerveja Witbier (branco belga) com uma característica esbranquiçada devido a levedura e trigo em suspensão. Este tipo de cerveja tem um toque cítrico de laranja, uma vez que a casca do fruto e a semente de coentro utilizados como complemento ao lúpulo.

2.4 Desenvolvimento da Marca

Após as tarefas técnicas, foi a hora de deixar a criatividade fluir e cada equipe auxiliada pela disciplina de Gestão de Negócios desenvolveram seu próprio logotipo e a identidade de seus produtos, criando um slogan para sua empresa. Os rótulos desenvolvidos pelos times são apresentados na figura 2:



Figura 2. Rótulos desenvolvidos pelos estudantes do projeto de 2016.

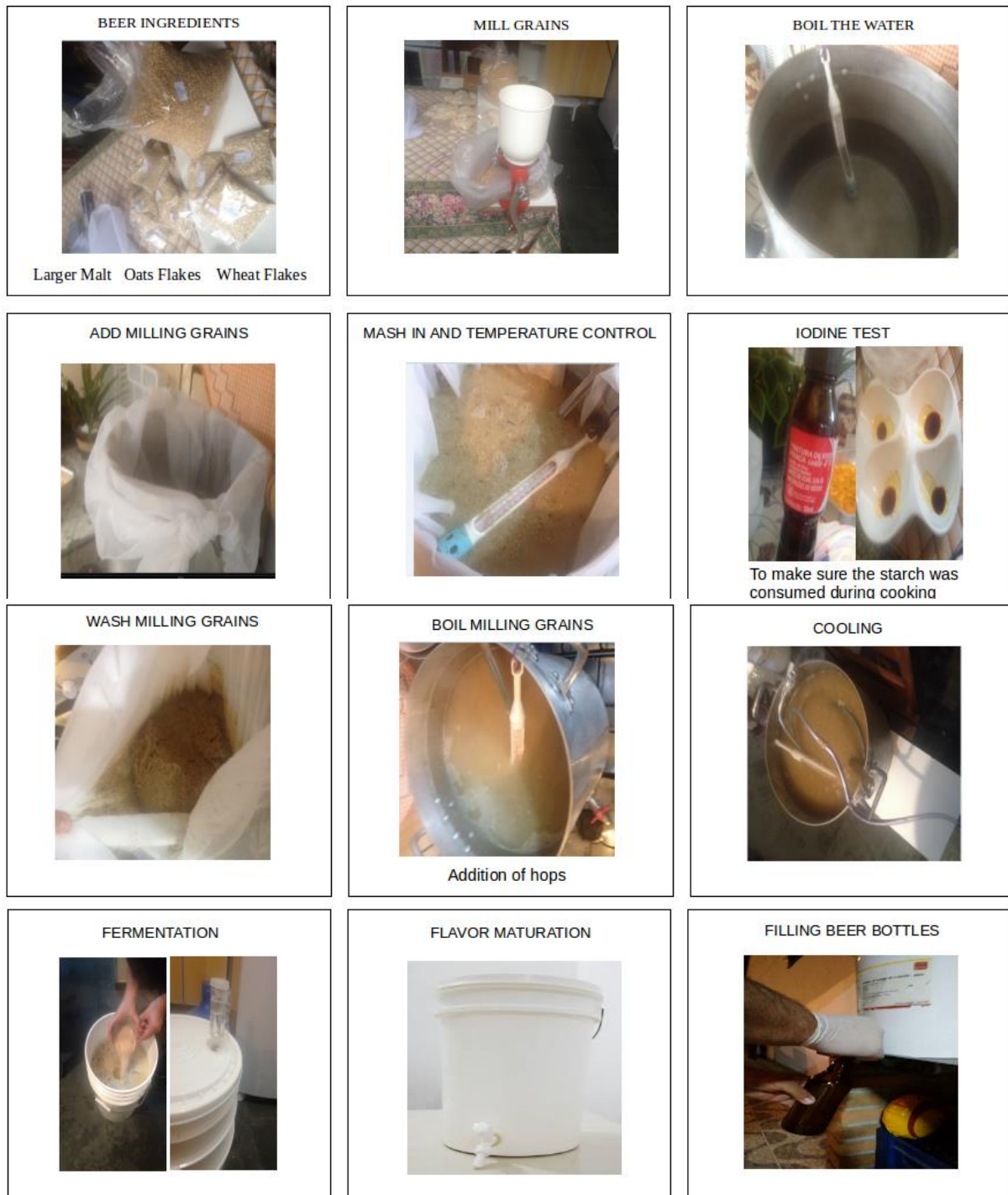
2.5 Desenvolvimento e Aquisição dos Equipamentos

A definição e aquisição dos equipamentos são realizadas de forma simples: através da web. Um dos times, por exemplo, decidiu comprar um kit com uma capacidade máxima de 12 litros para cada receita. Com base nos levantamentos de campo, eles sabiam que a capacidade desse equipamento atenderia às necessidades iniciais de fabricação.

2.6 Desenvolvimento da Matéria Prima e do Processo de Fabricação

A fabricação de cerveja no mercado de cerveja artesanal é diferente da produção industrial em grande escala, ou seja, pode-se dizer que na fabricação caseira, as técnicas utilizadas são mais simples e os equipamentos, não necessariamente, precisam ser modernos. Além disso, os ingredientes têm melhor qualidade e o controle do processo é menos rígido (Matos, 2011). Apesar desta afirmação, os controles de processo, especialmente a assepsia dos equipamentos, das garrafas e das tampas, são muito importantes para o sucesso dos produtos acabados. A figura 3 mostra a definição e execução do processo de fabricação apresentado por um dos times de estudantes.

Figura 3. Fabricação de cerveja realizada pelos estudantes do projeto de 2016.



2.7 Avaliação da Qualidade

Com base nas necessidades de entrega foi criado pelos professores um teste de degustação para avaliar todas as cervejas. As folhas continham algumas informações sobre a qualidade do produto evidenciando suas características de aparência, espuma, sabores e teor de álcool, conforme demonstrado abaixo.

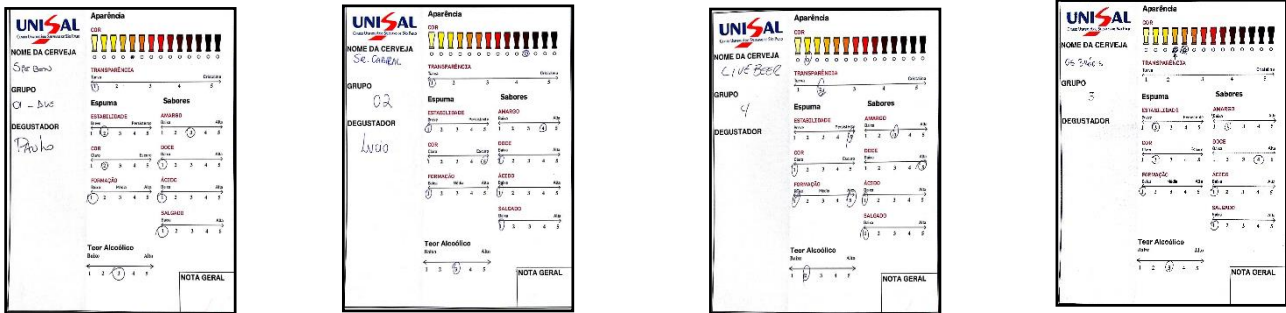


Figura 4. Fichas de degustação.

3 Discussões

O trabalho mostrou a realização de dois projetos interdisciplinares aplicados, o primeiro em 2016 e outro em 2017, no curso de Engenharia de Produção com o desenvolvimento e execução de um processo de fabricação tendo como produto final uma cerveja artesanal. Para estes projetos aplicou-se a interdisciplinaridade onde cada disciplina contribuiu para o desenvolvimento do projeto através do seu respectivo conteúdo programático, como evidenciado nas matrizes de contribuição das disciplinas. As disciplinas ao longo do curso de Engenharia de Produção do UNISAL tem características são fundamentais para a compreensão do processo de produção industrial real, abrangendo as diferentes áreas de uma empresa, sendo estruturante na formação do aluno, portanto, nosso projeto está de acordo com a orientação do curso e com o perfil de egresso exigido em termos de habilidades: análise qualitativa e quantitativa, comunicação, oportunidade, aprendizado, trabalho de grupo, contexto, design e diagnóstico.

Foi possível observar no projeto de 2016 benefícios nos aspectos de conhecimento, habilidades e comportamentos, mostrando mais uma vez sua importância em uma melhor formação de alunos para o mercado de trabalho. Isso é evidente através da análise de uma das soluções de engenharia propostas por uma das equipes, onde substituíram o aquecimento a gás, no processo da cerveja, por um resistor controlado por termostato melhorando o controle de temperatura do processo de fabricação. Já para o processo do refrigerante, a inovação de processo se mostra na utilização de uma embalagem alternativa, além do desenvolvimento de uma logística reversa. A inovação do mercado também é evidenciada em duas soluções para novos sabores de cerveja, uma das equipes fabricou cerveja de chocolate e outra usou o trigo fumado na fabricação de seu produto, desta forma, os times obtiveram sabores muito diferentes do que estamos habituados a ver e beber no mercado brasileiro, mas extremamente interessante em termos de inovação. Uma das dificuldades dos times no projeto é a aquisição dos equipamentos por ser oneroso para os estudantes, sendo assim, no projeto de 2017 alguns times optaram em fabricar seu próprio equipamento.

Os projetos mostraram benefícios no processo de aprendizagem, reduzindo a distância entre os conceitos teóricos com as práticas vivenciadas em empresas, mesmo tratando-se de um ambiente virtual. Também é possível observar benefícios nos aspectos de conhecimentos, habilidades e comportamentais, evidenciando, mais uma vez, a sua importância em uma melhor capacitação dos estudantes para o mercado de trabalho. Um dos resultados do projeto mostra que se deve executar um planejamento adequado com a capacidade de prever e propor situações reais do ambiente de trabalho em sala de aula. Isso pode permitir ao estudante a possibilidade de ingressar no campo profissional não apenas com algum conhecimento prático, mas também com algumas informações que vão além da atuação técnica, como por exemplo, gestão de tempo e de pessoas. Além disso, a adoção do modelo de aprendizagem centrado em projetos, com ênfase no aprendizado do aluno e seu papel ativo neste processo, consiste em uma metodologia que dá importância ao trabalho em equipe, à resolução de problemas interdisciplinares e à articulação da teoria e da prática que culmina na apresentação de uma situação real relacionada ao futuro profissional contexto.

As experiências apresentadas neste trabalho pretendem reforçar a importância desses projetos no processo ensino-aprendizagem da educação profissional para que o aluno entre em contato com situações reais do mundo do trabalho. No dia-a-dia das empresas, os indivíduos estão em constante desafio com novos problemas que se descortinam e precisam agregar conhecimentos adquiridos à capacidade proativa de buscar informações e tecnologias disponíveis. Além disso, precisam saber utilizar as habilidades necessárias ao desenvolvimento de um trabalho em grupo, tais como: saber ouvir, propor, reunir informações, mediar conflitos dentre outras, a fim de chegar a um resultado satisfatório. A formação profissional dos indivíduos utilizando a pedagogia de projetos visa prepará-los para as pressões que envolvem a execução de tarefas empresariais corriqueiras. Além disso, a produção de bebidas artesanais pode não só possibilitar a perspectiva do surgimento de novas cervejarias como negócio, mas também pode criar oportunidades para empresas relacionadas à oferta de matérias-primas e equipamentos, promovendo o empreendedorismo nos estudantes.

4 Referências

- Almeida, M. E. B. (1999) Projeto: uma nova cultura de aprendizagem. PUC, São Paulo, SP
- Cunha, M. X. C., Souza Junior, M. F. (2007). Análise dos Resultados da Aplicação de Projetos Interdisciplinares em um Curso de Tecnologia sob a Perspectiva dos Alunos, Anais do XXVII Congresso da SBC, Rio de Janeiro, RJ.
- Barbosa Neto, P. F.; VERALDO JUNIOR, L. G. ; PIRTOUSCHEG, A. L. O. ; FELIPE da SILVA, Humberto . Development of an Interdisciplinary Project in Industrial Engineering Course: Homemade Beer Production. In: 13th International CDIO Conference, 2017, Calgary. CDIO PROJECT IN PROGRESS CONTRIBUTIONS, 2017.
- Lucio Garcia Veraldo Jr, Benedito Manuel Almeida, Paulo França Barbosa Neto. Semester Interdisciplinary Projects Applied in a Industrial Engineering Graduation. Journal of Management & Technology, v. 4, p. 48-57, 2016 a.
- Lucio Garcia Veraldo Jr, Messias Borges Silva, José Lourenço Jr. Carlos Herculano, Epaminondas Soares Jr, Henrique Cesar Sampaio, Jorge Luiz Rosa. ASSESSMENT METHOD OF THE COMPETENCIES OF INDUSTRIAL ENGINEER IN AN INTERDISCIPLINARY PROJECT. 12th International CDIO Conference, Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland, June 12-16, 2016 b.
- Matos, R. A. G. (2011). Cerveja: Panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 77.
- Polutnik, J., Druzovec, M., Welzer T. (2013). Interdisciplinary projects—Cooperation of students of different study programs. In: EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), Proceedings of the 24th. IEEE, 215-218.
- Powell, P., Weenk, W. (2003). Project-led engineering education. Utrecht: Lemma.