

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

LUÍSA KEIKO OKUDA

**A IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO SOBRE PLANILHAS ELETRÔNICAS
NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO**

Lorena – SP

2019

LUÍSA KEIKO OKUDA

**A IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO SOBRE PLANILHAS ELETRÔNICAS
NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de
São Paulo como requisito obrigatório para
conclusão de graduação no curso de Engenharia
Química.

Orientador: Prof. Dr. Domingos Sávio Giordani

Lorena – SP

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Okuda, Luísa Keiko

A importância do conhecimento sobre planilhas eletrônicas na formação do engenheiro / Luísa Keiko Okuda; orientador Domingos Sávio Giordani. - Lorena, 2019.
79 p.

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia Química - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2019

1. Planilhas eletrônicas. 2. Engenharia. 3. Ensino superior. I. Título. II. Giordani, Domingos Sávio, orient.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Domingos Sávio Giordani por todas as orientações, ideias e apoio ao longo deste trabalho, por também acreditar no tema desta pesquisa e, principalmente, pela constante busca de melhorias e inovações para o ensino de engenharia da EEL-USP.

Ao Prof. Dr. Morun Bernardino Neto por também auxiliar no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso e por ser uma inspiração e grande referência como educador.

Aos docentes, alunos e ex-alunos da EEL-USP que participaram dos questionários e contribuíram com opiniões, sugestões e diferentes perspectivas sobre o assunto. Em especial, agradeço àqueles que me incentivaram e acreditaram neste trabalho.

À comunidade EEL-USP como um todo por todos os ensinamentos e todas as oportunidades durante estes anos de graduação, por contribuir imensamente para meu desenvolvimento profissional e pessoal e por me apresentar indivíduos ímpares e inspiradores.

RESUMO

OKUDA, L.K. A IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO SOBRE PLANILHAS ELETRÔNICAS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO. 2019. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2019.

Para manterem sua competitividade no mercado, as empresas necessitam inovar constantemente através do emprego de novas tecnologias. Com isso, também se exige dos candidatos a vagas de emprego o conhecimento e domínio dessas tecnologias. Entre os requisitos básicos para os engenheiros, encontra-se, em especial, a proficiência em planilhas eletrônicas, devido a sua extensa utilização. Em contrapartida, o ensino sobre tal ferramenta ainda é escasso nas universidades brasileiras. Assim, o presente trabalho visa apresentar diversos exemplos do uso de planilhas eletrônicas nas empresas e em disciplinas de graduação de engenharias. Além disso, revelar o uso da ferramenta nas disciplinas dos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Bioquímica, Engenharia Física, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção e Engenharia Química da Escola de Engenharia de Lorena – USP, através de dois questionários aplicados com docentes e alunos desta instituição. Somente 24,6% dos professores respondentes declararam utilizar planilhas eletrônicas. Em relação às disciplinas citadas, a ferramenta era aplicada em 32,7% delas. A principal justificativa para a não aplicação está relacionada à uma limitação devido aos conteúdos trabalhados na matéria, correspondendo a 68,9% das respostas. Entre alunos, 85,3% dos respondentes já utilizaram planilhas durante a graduação e 94,4% acreditam na sua importância para o aprendizado. Além disso, entre os participantes já inseridos no mercado de trabalho, 99,8% afirmaram usar a ferramenta no estágio ou emprego efetivo. Por fim, notou-se que docentes e alunos em sua maioria acreditam que a melhor forma de aprender sobre planilhas eletrônicas seria dentro da Universidade, através de disciplina optativa, disciplina obrigatória ou nas disciplinas que usam a ferramenta.

Palavras-chave: planilhas eletrônicas, engenharia, ensino superior.

ABSTRACT

OKUDA, L.K. A IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO SOBRE PLANILHAS ELETRÔNICAS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO. 2019. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2019.

Companies need to be constantly innovative, introducing new technologies in order to stay competitive in marketplace. Therefore, job candidates also need to know how to use these technologies. One of the basic requirements for engineers is the proficiency in electronic spreadsheets due to its extensive use. However, few Brazilian Universities teach about this tool. For this reason, this review aims to present examples of applications of electronic spreadsheets in companies and in engineering disciplines. In addition, it examines the use of this tool in disciplines of Environmental Engineering, Biochemical Engineering, Physical Engineering, Material Engineering, Production Engineering and Chemical Engineering of Escola de Engenharia de Lorena – USP, applying two surveys with professors and students of this university. Only 24,6% of the teachers used electronic spreadsheets in class. Related to disciplines, the tool was applied in 32,7% of them. The main justification for not using spreadsheets is because of a limitation of the topics covered in class, representing 68,9% of all answers. In response of students' questionnaire, 85,3% of the subjects who completed the forms had already used electronic spreadsheets during their graduation and 94,4% considered the importance of the tool to their learning. Also, among respondents who were in the labor market, 99,8% stated that they use spreadsheets in their internships or jobs. At last, most professors and students agreed that the best way to learn about electronic spreadsheets is at the University, in optional disciplines, in mandatory disciplines or in the disciplines that use the tool.

Key words: electronic spreadsheets, engineering, higher education.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Planilha contendo as soluções do exercício. | 23 |
| Figura 2 – Planilha correspondente à prova..... | 24 |
| Figura 3 - Dados do problema de taxas cambiais obtidos no Excel..... | 26 |
| Figura 4 – Gráfico da função polinomial..... | 27 |
| Figura 5 – Resultado das interações pelo Método da Bissecção. | 27 |
| Figura 6 – Resultado das interações pelo Método da Posição Falsa. | 27 |
| Figura 7 – Resultado das interações pelo Método de Newton-Raphson, repetido para os valores -6 e 4..... | 28 |
| Figura 8 – Resultado das interações pelo Método das Secantes. | 28 |
| Figura 9 – Exemplo de exercício de reação com reagente limitante..... | 29 |
| Figura 10 – Exemplo de exercício de diluição..... | 30 |
| Figura 11 – Gráfico da relação do uso de planilhas eletrônicas nas disciplinas mencionadas pelos docentes. | 40 |
| Figura 12 – Gráfico da relação de disciplinas que não utilizam planilhas por categoria. ... | 41 |
| Figura 13 – Gráfico do grau de importância das planilhas eletrônicas no aprendizado da disciplina..... | 43 |
| Figura 14 – Gráfico do nível de conhecimento mínimo requerido por disciplina para que os alunos utilizem as ferramentas..... | 46 |
| Figura 15 – Frequência de respondentes em relação ao ano de ingresso na universidade. . | 49 |
| Figura 16 – Frequência de respondentes em relação ao curso de graduação. | 49 |
| Figura 17 – Frequência de respondentes em relação ao modo de como aprenderam sobre planilhas eletrônicas. | 51 |
| Figura 18 – Frequência de respondentes em relação ao modo de aprendizado de planilhas eletrônicas considerado ideal. | 51 |
| Figura 19 – Frequência de respostas em relação à importância do aprendizado sobre planilhas eletrônicas, considerando apenas os respondentes que já utilizaram a ferramenta na graduação..... | 52 |
| Figura 20 – Frequência de respostas em relação à importância do aprendizado sobre planilhas eletrônicas, considerando todos os respondentes (já utilizaram e não utilizaram a ferramenta na graduação). | 53 |
| Figura 21 – Frequência do uso de planilhas eletrônicas pelos respondentes que já tiveram estágio ou emprego efetivo. | 55 |
| Figura 22 – Frequência de respostas em relação ao aumento da competitividade no mercado de trabalho devido ao domínio de planilhas eletrônicas..... | 56 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Funções correspondentes às medidas de posição. | 21 |
| Quadro 2 - Funções correspondentes às medidas de dispersão. | 22 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Frequência de respostas do questionário destinado aos docentes e suas respectivas porcentagens em relação à população final considerada. | 39 |
| Tabela 2 - Frequência de docentes que utilizam ou não planilhas eletrônicas e suas respectivas porcentagens em relação à população final considerada. | 40 |
| Tabela 3 - Resultados obtidos sobre a opinião dos docentes em relação ao melhor método de aprendizagem de planilhas eletrônicas e suas respectivas porcentagens em relação ao total de docentes considerados..... | 47 |
| Tabela 4 - Frequências de respostas em relação ao uso de planilhas eletrônicas durante à graduação e suas porcentagens em relação ao total de respondentes..... | 50 |
| Tabela 5 - Número de alunos de acordo com a sua inserção ou não no mercado de trabalho e suas respectivas porcentagens em relação ao total de respondentes. | 54 |
| Tabela 6 - Frequência do uso de planilhas eletrônicas pelos alunos em seus respectivos estágios ou empregos efetivos e porcentagens em relação ao total desta categoria..... | 54 |
| Tabela 7 - Número de alunos que concordam ou discordam da afirmação “O domínio de planilhas eletrônicas aumenta minha competitividade no mercado de trabalho” e suas porcentagens em relação ao total desta categoria. | 54 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------------|---|
| ε | Margem de erro ou erro amostral |
| n | Tamanho da amostra |
| N | Tamanho da população |
| p | Proporção populacional de indivíduos que pertencem a categoria de interesse de estudo |
| \hat{p} | Proporção amostral de indivíduos que pertencem a categoria de interesse de estudo |
| q | Proporção populacional de indivíduos que não pertencem à categoria de interesse de estudo |
| \hat{q} | Proporção amostral de indivíduos que não pertencem a categoria de interesse de estudo |
| α | Grau de confiança |
| $Z_{\alpha/2}$ | Valor crítico correspondente ao grau de confiança desejado |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 | CONTEXTUALIZAÇÃO | 12 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA..... | 13 |
| 1.3 | OBJETIVOS | 14 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral..... | 14 |
| 1.3.2 | Objetivos Específicos..... | 14 |
| 2 | MÉTODOS | 15 |
| 2.1 | MÉTODO DE PESQUISA..... | 15 |
| 2.2 | Questionários | 15 |
| 2.2.1 | Construção dos Questionários | 15 |
| 2.2.2 | Cálculo do Tamanho da Amostra | 17 |
| 2.2.3 | Aplicação dos Questionários | 18 |
| 2.3 | ANÁLISE DE DADOS DOS QUESTIONÁRIOS | 18 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 20 |
| 3.1 | O EMPREGO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS NO ENSINO SUPERIOR... 20 | |
| 3.1.1 | Estatística | 20 |
| 3.1.2 | Finanças..... | 22 |
| 3.1.3 | Economia | 25 |
| 3.1.4 | Métodos Numéricos..... | 26 |
| 3.1.5 | Química Analítica..... | 29 |
| 3.1.6 | Cinética Química..... | 30 |
| 3.1.7 | Tomada de Decisão | 31 |
| 3.2 | O EMPREGO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS NAS EMPRESAS | 32 |
| 3.2.1 | Finanças e Contabilidade..... | 32 |
| 3.2.2 | Planejamento e Controle da Produção | 34 |
| 3.2.3 | Qualidade | 35 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2.4 | <i>Supply Chain</i> | 36 |
| 3.2.5 | Indicadores de Desempenho | 38 |
| 4 | RESULTADOS | 39 |
| 4.1 | DOCENTES..... | 39 |
| 4.1.1 | Frequência de Uso de Planilhas Eletrônicas..... | 39 |
| 4.1.2 | Importância de Planilhas Eletrônicas para o Aprendizado da Disciplina 42 | |
| 4.1.3 | Aplicações de Planilhas Eletrônicas nas Disciplinas | 43 |
| 4.1.4 | Nível de Conhecimento sobre Planilhas Eletrônicas..... | 45 |
| 4.1.5 | Método de Aprendizagem | 46 |
| 4.1.6 | Cálculo do Erro Amostral..... | 48 |
| 4.2 | ESTUDANTES..... | 48 |
| 4.2.1 | Perfil dos Respondentes | 48 |
| 4.2.2 | Frequência de Uso de Planilhas Eletrônicas..... | 50 |
| 4.2.3 | Método de Aprendizagem | 50 |
| 4.2.4 | Importância de Planilhas Eletrônicas para o Aprendizado da Disciplina 52 | |
| 4.2.5 | Mercado de Trabalho..... | 53 |
| 4.2.6 | Cálculo do Erro Amostral..... | 56 |
| 4.3 | DISCUSSÃO | 57 |
| 5 | CONCLUSÃO | 59 |
| | REFERÊNCIAS | 60 |
| | APÊNDICES | 66 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Um dos *softwares* mais populares e importantes na engenharia e nos negócios é a planilha eletrônica (PEMBERTON; ROBSON, 2000). Basicamente, consiste em um programa de computador composto por um conjunto de células, isto é, uma matriz de linhas e colunas conectadas por fórmulas matemáticas (SCAFFIDI, 2005). Seu uso, de forma genérica, baseia-se na resolução de cálculos, no armazenamento e na apresentação de dados.

A primeira versão desta ferramenta foi desenvolvida por Richard Mattessich em 1961, para computadores *mainframe* com objetivo de otimizar a contabilidade em empresas. Com o mesmo intuito, em 1969, Remy Landau e Rene Pardo elaboraram um novo modelo, o “LANPAR”, *Language for Programming Arrays at Random* (GALASSI; MATTESSICH, 2014). Entretanto, houve uma baixa aceitação dos programas por parte das companhias, uma vez que eles não atingiam a melhor solução (SCAFFIDI, 2005; GALASSI; MATTESSICH, 2014).

Foi somente em 1978, após o surgimento dos computadores pessoais, que as planilhas eletrônicas conquistaram o mercado com o lançamento do VisiCalc de Dan Bricklin. Diferentemente de seus antecessores, Bricklin tinha como intuito apenas facilitar a resolução de operações matemáticas relacionadas à contabilidade, possibilitando a criação de uma ferramenta simples e interativa com o usuário final, tornando-se, assim, um sucesso (SCAFFIDI, 2005).

Com a popularização do VisiCalc, outros pesquisadores e corporações logo desenvolveram modelos superiores, como o SuperCalc (1980), Lotus 1-2-3 (1983) e Excel (1987), tornando-o obsoleto (PEMBERTON; ROBSON, 2000). As inovações continuaram por duas décadas e as planilhas passaram a conter macros, gráficos, funções de “Copiar”, “Colar” e “Desfazer”, fórmulas envolvendo datas e possibilidade de salvar com *backup* (SCAFFIDI, 2005).

Contudo, ao final da década de 1990, diversas versões foram superadas pela Microsoft, que chegou a dominar 79% do mercado dos Estados Unidos, de acordo com Pemberton e Robson (2000). Os autores afirmam ainda que este êxito se deve ao Excel ser compatível com o sistema Windows e muitos *softwares*, especialmente, processador de textos e bancos de dados.

No Brasil, esta mesma tendência pôde ser observada entre as empresas nacionais. Segundo a Pesquisa Anual de Administração de Uso de Tecnologia de Informação nas Empresas realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), em 1991, apenas cerca de 3% delas utilizavam o Excel como editor de planilhas. Já em 1999, este número subiu para, aproximadamente, 90% (MEIRELLES, 2019).

Paralelamente a estas ferramentas pagas, a companhia alemã *Star Division* criou o *StarOffice*, um conjunto gratuito de programas para escritório, incluindo planilhas eletrônicas. Em 1999, com a venda da organização, o pacote foi alterado para *OpenOffice* (JOIA; VINHAIS, 2017). Seguindo essa ideologia, alternativas gratuitas também foram lançadas nos últimos anos, como o *LibreOffice* (2011) e o *Google Docs* (2005).

Com todo o desenvolvimento acelerado e melhoria contínua das planilhas eletrônicas, citados acima, ficam evidentes sua importância e sua extensa utilização, independentemente da plataforma adotada e de seu custo benefício.

1.2 JUSTIFICATIVA

As planilhas eletrônicas tornaram-se usuais tanto nas indústrias, quanto no âmbito acadêmico nas últimas duas décadas (ALIANE; FERNANDEZ; BEMPOSTA, 2013).

Nas organizações, são consideradas como uma ferramenta essencial, pois sua aplicabilidade é extremamente vasta em diferentes setores como, por exemplo, atividades de administração em geral, vendas, *marketing*, planejamento estratégico, análise das operações e custos, alocação de recursos, entre outras (PEMBERTON; ROBSON, 2000).

Tal importância fica evidenciada em diferentes pesquisas realizadas. Nos Estados Unidos, de acordo com Formby, Medlin e Ellington (2017), 96% dos 107 gerentes e membros de conselho consultivo entrevistados afirmam que o graduando deve saber criar planilhas e gráficos, além de analisar dados. Já no Brasil, os resultados da pesquisa da FGV, citada anteriormente, mostram que entorno de 93% das 2.602 empresas participantes fazem uso do Excel, situação referente até o início de 2019 (MEIRELLES, 2019).

Da mesma maneira, no ensino superior, as planilhas eletrônicas podem ser extensamente aplicadas em disciplinas de cursos variados: engenharias, administração, ciências contábeis, ciências exatas, entre outros. Ou ainda, em pesquisas científicas dessas e outras graduações.

Entretanto, sabe-se que inserção de atividades práticas nas matérias com uso de programas computacionais e outras tecnologias ainda é escassa. Segundo Viali (2001), o

método didático adotado é quase que inteiramente expositivo, embora seja claro o desenvolvimento das tecnologias na atualidade, incluindo as planilhas eletrônicas e outros *softwares*. Por conseguinte, a possibilidade de aprendizado sobre a ferramenta torna-se reduzida e o aluno é obrigado a se tornar um autodidata para adquirir tal habilidade ou recorrer a cursos externos às universidades (LANTUSHENKO; LIPTON; ERKIS, 2018).

Assim, buscou-se apresentar estudos das implementações de planilhas eletrônicas nas companhias e nos cursos de engenharia em geral, bem como suas vantagens e benefícios. Paralelamente, também se verificou suas aplicações como uma ferramenta de aprendizado nos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Bioquímica, Engenharia Física, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção e Engenharia Química da Escola de Engenharia de Lorena (EEL).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho possui como objetivo principal investigar a importância do conhecimento de planilhas eletrônicas na formação de engenheiros da Escola de Engenharia de Lorena.

1.3.2 Objetivos Específicos

Assim, tem-se como objetivos específicos:

- a) Comprovar a extensa aplicabilidade de planilhas eletrônicas nos contextos acadêmico e empresarial;
- b) Verificar e analisar o uso e/ou potencial uso da ferramenta nos cursos de Engenharia da EEL.

2 MÉTODOS

2.1 MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia adotada foi a Pesquisa Bibliográfica, caracterizada pelo levantamento de dados de fontes secundárias, isto é, de documentos previamente publicados. Porém, realizando a análise sob uma nova perspectiva ou abordagem (MARCONI; LAKATOS, 2003). Estes constituem-se em sua maioria de “livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet” (PROVDANOV; FREITAS, 2013, p. 43).

Realizou-se, como primeira etapa, uma seleção das bases de dados a serem utilizadas, optando-se por: EBSCO, *Emerald Insight*, *ScienceDirect* e *Scopus*. Assim, foi possível executar a busca sobre o histórico e evolução de planilhas eletrônicas, sua aplicação em empresas, em disciplinas e em projetos de ensino superior, com enfoque na engenharia. Entre as principais fontes selecionadas, compreenderam-se artigos científicos, dissertações e publicações de periódicos em geral.

Após o estudo destes trabalhos, realizou-se uma análise dos tópicos e exemplos mais relevantes para o tema, considerando o cenário atual de mercado para os engenheiros em geral e disciplinas comumente lecionadas em todos os cursos de engenharia.

Além disso, para complementar o trabalho, realizou-se um levantamento com docentes e alunos da EEL por meio de questionários para sustentação quantitativa às conclusões. Atenta-se apenas que o grupo de alunos contemplou estudantes graduandos e graduados (já formados).

2.2 QUESTIONÁRIOS

2.2.1 Construção dos Questionários

Complementando a revisão bibliográfica, foram elaborados dois questionários direcionados à comunidade da Escola de Engenharia de Lorena para coleta de dados. O primeiro voltado para os atuais docentes dos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Bioquímica, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção, Engenharia Física e Engenharia Química (Apêndice A e Apêndice B). As perguntas foram desenvolvidas buscando-se investigar os seguintes pontos:

- a) docentes e disciplinas que utilizam planilhas eletrônicas como ferramenta de aprendizagem;
- b) docentes e disciplinas que não utilizam planilhas eletrônicas, porém, que poderiam utilizar;
- c) motivos de não se utilizar planilhas eletrônicas;
- d) importância de planilhas no aprendizado da disciplina;
- e) exemplos de aplicações nas disciplinas;
- f) nível de conhecimento requerido do aluno;
- g) opinião sobre qual o melhor método de aprendizado da ferramenta.

O segundo questionário foi direcionado aos alunos dos mesmos cursos e universidade citados, sem restrições de ano de formação, idade ou sexo (Apêndice C), com intuito de compreender:

- a) utilização de planilhas eletrônicas durante a graduação;
- b) importância de planilhas no aprendizado da disciplina;
- c) método de aprendizado utilizado;
- d) opinião sobre qual o melhor método de aprendizado da ferramenta;
- e) utilização de planilhas eletrônicas em estágios e empregos efetivos, para alunos inseridos no mercado de trabalho;
- f) influência do domínio de planilhas eletrônicas na competitividade em processos seletivos.

Além disso, foram aplicadas algumas sugestões mencionadas por Hill e Hill (1998) dos passos para construção de um questionário: definição dos objetivos da investigação e das hipóteses testadas, formulação das perguntas e das escalas de resposta das perguntas, estruturação das seções e criação do *design* do questionário. Também seguiram-se orientações de Provdanov e Freitas (2013), como a inserção de uma carta-explicação, com instruções de preenchimento detalhadas; o desenvolvimento de perguntas objetivas, precisas e estruturadas em uma sequência lógica, e a realização de seu pré-teste para revisão de possíveis erros.

Ressalta-se ainda a importância de conhecer técnicas para evitar o enviesamento do formulário através das perguntas e respostas. A escrita, ordenação de palavras e alternativas e tipo de escala escolhida, por exemplo, podem influenciar o respondente (HILL; HILL, 1998; WENG; CHENG, 2000; KEUSCH; TING, 2015).

2.2.2 Cálculo do Tamanho da Amostra

Previamente à aplicação dos questionários, calculou-se também o tamanho da amostra de cada população a fim de determinar o número de respondentes mínimos para validação da representatividade da amostra em relação à população. Para os educadores, considerou-se sua população como finita, uma vez que o número total de indivíduos é conhecido (CASTANHEIRA, 2005). A população inicial é equivalente a 144 docentes, conforme informado pelo setor de Recursos Humanos da Universidade. Assim, utilizou-se a equação 1 para o cálculo da amostra.

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{\varepsilon^2 \cdot (N-1) + z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Em que:

n é o tamanho da amostra de docentes;

N é o tamanho da população de docentes;

$Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico correspondente ao grau de confiança desejado;

p é a proporção populacional de docentes que utilizam planilhas eletrônicas;

q é a proporção populacional de docentes que não utilizam planilhas eletrônicas;

ε é o erro amostral estimado.

Inicialmente, considerou-se $\alpha = 0,95$, $z_{\alpha/2} = 1,96$ e $\varepsilon = 0,1$. Como a proporção populacional de indivíduos que utilizam planilhas eletrônicas não é conhecida, utilizou-se como base uma estimativa da proporção populacional, p, igual a 0,5, que resulta no maior valor de amostra mínima necessária. Dado que “q” equivale a $1 - p$, tem-se que q é igual a 0,5. Obteve-se, assim, uma amostra mínima de 58 docentes.

Já para o cálculo do tamanho amostral dos alunos, a população foi considerada infinita, pois, conforme Castanheira (2005), há um grande número de indivíduos que compõem esta população, sendo difícil seu dimensionamento. Utilizou-se, então, a equação 2 para determinação da amostra, considerando os mesmos parâmetros estatísticos ($\alpha = 0,95$, $z_{\alpha/2} = 1,96$, $\varepsilon = 0,1$, $p = 0,5$ e $q = 0,5$) citados anteriormente. Encontrou-se o valor de 97 pessoas.

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{\varepsilon^2} \quad (2)$$

Em que:

n é o tamanho da amostra de alunos;

$Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico correspondente ao grau de confiança desejado;

p é a proporção populacional de alunos que já utilizaram planilhas eletrônicas;

q é a proporção populacional de alunos que nunca utilizaram planilhas eletrônicas;

ε é o erro amostral estimado.

2.2.3 Aplicação dos Questionários

Para as aplicações dos questionários de docentes e alunos, adotaram-se abordagens distintas. Para os professores, a primeira tentativa de coleta de dados foi por meio eletrônico no *Google Forms*, porém obteve-se um baixo retorno. Então, como segunda forma de coleta, o formulário impresso foi aplicado presencialmente com os docentes encontrados na faculdade. Para os demais, distribuiu-se fisicamente os questionários nas suas respectivas salas ou Secretarias de Departamento, e ainda via e-mail aos docentes que realizavam pós-graduação no exterior.

Para os alunos, utilizou-se apenas o formulário eletrônico (*Google Forms*), a fim de facilitar o preenchimento e, conseqüentemente, obter maior número de respostas. A divulgação fora realizada através de redes sociais, como *Facebook* e *Whatsapp*.

Todos os participantes foram instruídos a considerar todos os tipos de editores planilhas eletrônicas e entender “utilização da ferramenta” como sendo desde tabulação de dados até funções avançadas, como programação em VBA.

2.3 ANÁLISE DE DADOS DOS QUESTIONÁRIOS

Posteriormente à aplicação dos questionários, todas as respostas dos docentes foram transcritas, tabuladas e tratadas no Excel. Os dados foram analisados baseando-se no número de docentes respondentes e no número de disciplinas citadas. Em uma segunda etapa, calculou-se o erro amostral do questionário como um todo.

As respostas dos estudantes foram exportadas da própria plataforma do *Google Forms* em formato de planilha eletrônica. Os dados foram organizados e analisados de acordo com os pontos de investigação deste trabalho. O erro amostral também foi calculado.

Em seguida, levantou-se as disciplinas em que o uso de planilhas é divergente, isto é, quando um docente utiliza a ferramenta e outro não. Também foram investigados casos em que não ocorre o uso de planilhas, porém os estudos ilustram exemplos de aplicação.

Por fim, as opiniões de docentes e estudantes sobre a ferramenta foram comparadas a fim de verificar as divergências e/ou concordâncias.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O EMPREGO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS NO ENSINO SUPERIOR

Embora docentes do ensino superior já optem por metodologias alternativas ao ensino tradicional, muitos ainda não utilizam tecnologia em suas aulas por não dominarem estas ferramenta, ou, quando utilizam, é de maneira superficial e pouco eficiente (LI; SUN; JEE, 2019).

Para Lagrange e Erdogan (2009), este reduzido número de professores que utilizam programas de computador é muito contrastante com toda sua potencialidade já comprovada por pesquisas. Isto aplica-se também em relação as planilhas eletrônicas. Por isso, visa-se evidenciar neste tópico diversas possibilidades do seu uso na educação, através de exemplos já existentes em universidades e estudos em que a aplicação das planilhas poderia ser estendida para sala de aula.

3.1.1 Estatística

A estatística, em geral, coleta, organiza, apresenta, analisa e interpreta um grande conjunto de dados (VIALI, 2001). As planilhas eletrônicas, em especial o Excel, apresentam variadas funções que podem auxiliar em todos esses pontos de estudo.

3.1.1.1 Simulações

O estudo do próprio Viali (2001) apresenta como pode-se utilizar ferramentas do Excel para coleta de dados e de tipos de distribuições, por meio da sua simulação. Ele cita duas funções que geram valores de uma distribuição uniforme aleatoriamente e que se alteram a cada cálculo realizado, ALEATÓRIO e ALEATÓRIOENTRE. A primeira retorna valores entre 0 e 1, já a segunda, entre valores que o usuário determina. Assim, é possível criar dados aleatórios para análise.

Também, com o complemento de Ferramentas de Análise, pode-se gerar números aleatórios que seguem uma distribuição desejada (uniforme, normal, binomial, Poisson, padronizada e discreta), além de definir os números de variáveis e de valores aleatórios a serem retornados.

Um primeiro exemplo que o autor mostra é a simulação de valores para uma distribuição discreta, para agrupá-los por sua frequência por ponto ou valor, como o número de carros que passam em um cruzamento por minuto, classificando a frequência de zero a nove carros. Além disso, cita outros exercícios que podem ser realizados, por exemplo, experimentos dos dados e baralhos, a quantidade de itens com defeito em um lote (Binomial) e número de telefonemas numa central telefônica (Poisson).

Em outro exemplo, ele ilustra como pode-se mostrar o conceito frequencial da probabilidade de se tirar cara ou coroa, através da simulação de jogar 500 vezes a moeda, e, posteriormente, do cálculo e construção do gráfico das frequências relativa e acumulada. Com isso, o aluno pode verificar que a frequência relativa aproxima de 50% (valor correto) conforme aumenta-se o número de vezes que a moeda é jogada.

3.1.1.2 Estatística Descritiva

Resumidamente, a estatística descritiva é a primeira etapa para sintetizar e descrever os dados coletados, por meio de medidas de dispersão, posição, assimetria e curtose. Seus conceitos são básicos de estatística e necessários para entendimento e desenvolvimento de outros conteúdos. Muitos deles podem ser calculados e representados nas planilhas eletrônicas com funções já prontas, listadas nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 - Funções correspondentes às medidas de posição.

| Medidas de Posição | Função Excel |
|--------------------|-------------------|
| Média (Aritmética) | MÉDIA |
| Mediana | MED |
| Moda | MODOS.ÚNICO/MODOS |
| Quartil | QUARTIL.EXC |
| | QUARTIL.INC |
| Percentil | PERCENTIL.EXC |
| | PERCENTIL.INC |

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 2 - Funções correspondentes às medidas de dispersão.

| Medidas de Dispersão | Função Excel |
|----------------------------|---------------|
| Amplitude | MAIOR – MENOR |
| Desvio médio | DESV.MÉDIO |
| Desvio padrão da amostra | DESV.A |
| Desvio padrão da população | DESV.P |
| Variância da amostra | VAR.A |
| Variância da população | VAR.P |

Fonte: Autoria própria (2019).

Além das funções já apresentadas, existem diversas outras relacionadas à estatística nos editores de planilhas eletrônicas, como de distribuição, porcentagem, covariância, correlação e permutação. Todas elas podem ser utilizadas em sala de aula na resolução de exercícios, permitindo que estes sejam mais complexos e evitando que o estudante necessite fazer inúmeros cálculos repetidamente.

Ademais, há a possibilidade do professor fazer uma prova personalizada de estatística para cada aluno, de acordo com o trabalho de Hunt (2007). Com o uso de uma ferramenta desenvolvida para o Excel, denominada ISCUS, o docente consegue determinar a criação de dados aleatórios a serem utilizados no teste de acordo com o número de identificação de cada estudante. A partir desses valores, eles resolvem as questões, encontrando diferentes valores para média, desvio padrão, valores máximo e mínimo, entre outros. Consequentemente, não há como copiarem uns dos outros e o professor consegue avaliar o aprendizado real de cada um.

O modelo de exercícios do escritor é simples, porém poderia ser explorado e expandir o uso de outras ferramentas do *software*, como a construção de gráficos de frequência, de distribuição ou tendência.

3.1.2 Finanças

Da mesma forma que para estatística, o ensino e avaliação de tópicos da matéria também podem ser feitos por meio de planilhas. No estudo de Bertheussen (2014), ele afirma que os professores conseguiriam desenvolver uma prova única para cada aluno no Excel, primeiro desenvolvendo a planilha com as soluções e, posteriormente, alterando-a para obter o modelo final do teste, apresentadas nas Figuras 1 e 2. No caso, o exercício formulado para

ilustrar esta possibilidade baseia-se na análise da rentabilidade de um investimento para determinar se este deve ser realizado ou não.

Figura 1 – Planilha contendo as soluções do exercício.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Solution: Is Investment Project Profitable? | | | | | | | |
| 2 | Adam Hansen has built popular wooden boats for many years. Now he considers investing in larger | | | | | | | |
| 3 | production capacity, but first he wants you to analyse the profitability of his project. | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | Questions | | | | | | | |
| 6 | Q1: Calculate project net present value | 1 784 211 | | | | | | |
| 7 | Q2: Should project be accepted? | yes | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | Facts | | | | | | | |
| 10 | Investment in year 0 | 4,900,000 | | | | | | |
| 11 | Cash Flow from Operations (see Note 1) | 1,620,000 | | | | | | |
| 12 | Disinvestment (see Note 2) | 2,700,000 | | | | | | |
| 13 | Tax Rate | 28% | | | | | | |
| 14 | Declining Balance Depreciation Rate | 20% | | | | | | |
| 15 | Required Rate of Return before Taxes | 14% | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | <i>Project Cash Flow in Year:</i> | | | | | | | |
| 18 | Model - projected cash flow year: | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 19 | Investment and Disinvestment | -4 900 000 | | | | | | 2 700 000 |
| 20 | Cash Flow from Operations | | 1 620 000 | 1 620 000 | 1 620 000 | 1 620 000 | 1 620 000 | |
| 21 | Taxes | | - 453 600 | - 453 600 | - 453 600 | - 453 600 | - 453 600 | |
| 22 | Saved Taxes due to Depreciations | 912 234 | | | | | | |
| 23 | Increased Taxes due to Impairments | - 310 980 | | | | | | |
| 24 | Net Cash Flow after Taxes | -4 298 746 | 1 166 400 | 1 166 400 | 1 166 400 | 1 166 400 | 3 866 400 | |
| 25 | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | |
| 28 | Note 1: This is Net Cash Flow before Taxes. Amount must be included first time in Year 1. | | | | | | | |
| 29 | Note 2: Disinvestment must be included in Year 5 in Cash Flow, but saved Taxes due to Depreciation should be included in Year 0. | | | | | | | |

Fonte: Bertheussen (2014, p.78).

Figura 2 – Planilha correspondente à prova.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|-----------|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | Problem: Is Investment Project Profitable? | | | | | | | |
| 2 | Adam Hansen has built popular wooden boats for many years. Now he considers investing in larger | | | | | | | |
| 3 | production capacity, but first he wants you to analyse the profitability of his project. | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | Questions | | | | | | | |
| 6 | Q1: Calculate project net present value | | | | | | | |
| 7 | Q2: Should project be accepted? | | Grade | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | Facts | Retry | | | | | | |
| 10 | Investment in year 0 | 4,900,000 | | | | | | |
| 11 | Cash Flow from Operations (see Note 1) | 1,620,000 | | | | | | |
| 12 | Disinvestment (see Note 2) | 2,700,000 | | | | | | |
| 13 | Tax Rate | 28% | | | | | | |
| 14 | Declining Balance Depreciation Rate | 20% | | | | | | |
| 15 | Required Rate of Return before Taxes | 14% | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | <i>Project Cash Flow in Year:</i> | | | | | | | |
| 18 | Model - projected cash flow year: | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | Cash Flow from Operations | | | | | | | |
| 21 | Depreciation | | | | | | | |
| 22 | Increased Taxes due to Impairments | | | | | | | |
| 23 | Investment and Disinvestment | | | | | | | |
| 24 | Net Cash Flow after Taxes | | | | | | | |
| 25 | Sales Revenue | | | | | | | |
| 26 | Saved Taxes due to Depreciations | | | | | | | |
| 27 | Taxes | | | | | | | |
| 28 | Note 1: This is Net Cash Flow before Taxes. Amount must be included first time in Year 1. | | | | | | | |
| 29 | Note 2: Disinvestment must be included in Year 5 in Cash Flow, but saved Taxes due to Depreciation should be included in Year 0. | | | | | | | |

Fonte: Bertheussen (2014, p. 83).

O aluno tem a opção de selecionar os itens já determinados para construção do *cash flow* na coluna A, porém os demais valores para cada ano devem ser inseridos e calculados. Bertheussen também desenvolveu uma forma do estudante conseguir saber sua nota logo após completar o exercício. Ao terminar, ele clica em “*grade*” e sua pontuação para cada questão é mostrada, bem como o comentário com o erro. O autor ainda ilustra a possibilidade de aplicar o modelo para atividades em aula, com as mesmas opções de *feedback* já mencionadas e, adicionalmente, a opção “*retry*” para refazer o exercício.

Por fim, o escritor afirma que este tipo de prática vem sendo utilizadas nas universidades de negócios da Noruega há um tempo e que os benefícios são diversos. Os estudantes aprendem mais com os feedbacks dados, conseguindo identificar seus erros e pontos a melhorar. Em contrapartida, os professores reduzem sua carga de trabalho, uma vez que as correções são automáticas.

3.1.3 Economia

Em resumo, comércio internacional consiste nas transações de produtos e serviços entre países, devido às suas relações econômicas, políticas e culturais. Por isso, também está intimamente relacionado a finanças e economia para o estudo do impacto financeiro dessas transações, taxas aplicadas, demanda e oferta de produtos, entre outras.

Visando uma melhor compreensão desses conteúdos, Gregorowicz e Hegji (2000) desenvolveram exercícios para serem resolvidos em planilhas eletrônicas com funções matemáticas simples.

Um deles consiste em demonstrar os impactos das taxas cambiais no comércio de um produto entre Estados Unidos e Alemanha. Dadas as equações, para os dois países, de demanda (Q_d) e oferta (Q_s), variando com o preço do produto (P), e a taxa de câmbio entre a moeda alemã e o dólar, foram calculadas as quantidades de demanda e oferta para cada preço (todos convertidos em dólar).

Então, foi possível determinar as demandas e ofertas “globais” deste caso (W_d e W_s), pela soma das demandas e ofertas de ambos, o excedente do produto ($W_s - W_d$) e as exportações possíveis de cada país (Ex), pela diferença entre a oferta e demanda do local. A Figura 3 apresenta os resultados obtidos, podendo-se verificar que o valor mais próximo do equilíbrio ($W_s - W_d = 0$) no mercado global seria de 1.5, além dos preços do produto e as importações e exportações neste ponto.

Figura 3 - Dados do problema de taxas cambiais obtidos no Excel.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|----------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Ex Rate DDM/\$ | P US (\$) | Qu US | Qs US | P G (DDM) | Qu G | Qs G | Wd | Ws | Ws-Wd | US Ex | G Ex |
| 4 | 1.4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 25 | 50 | 70 | 35 | -20 | 72 | 30 | 142 | 112 | 20 | 92 |
| 6 | | 24.5 | 51 | 68.7 | 34.3 | -17.2 | 70.6 | 33.8 | 139.3 | 105.5 | 17.7 | 87.8 |
| 7 | | 24 | 52 | 67.4 | 33.6 | -14.4 | 69.2 | 37.6 | 136.6 | 99 | 15.4 | 83.6 |
| 8 | | 23.5 | 53 | 66.1 | 32.9 | -11.6 | 67.8 | 41.4 | 133.9 | 92.5 | 13.1 | 79.4 |
| 9 | | 23 | 54 | 64.8 | 32.2 | -8.8 | 66.4 | 45.2 | 131.2 | 86 | 10.8 | 75.2 |
| 10 | | 22.5 | 55 | 63.5 | 31.5 | -6 | 65 | 49 | 128.5 | 79.5 | 8.5 | 71 |
| 11 | | 22 | 56 | 62.2 | 30.8 | -3.2 | 63.6 | 52.8 | 125.8 | 73 | 6.2 | 66.8 |
| 12 | | 21.5 | 57 | 60.9 | 30.1 | -0.4 | 62.2 | 56.6 | 123.1 | 66.5 | 3.9 | 62.6 |
| 13 | | 21 | 58 | 59.6 | 29.4 | 2.4 | 60.8 | 60.4 | 120.4 | 60 | 1.6 | 58.4 |
| 14 | | 20.5 | 59 | 58.3 | 28.7 | 5.2 | 59.4 | 64.2 | 117.7 | 53.5 | -0.7 | 54.2 |
| 15 | | 20 | 60 | 57 | 28 | 8 | 58 | 68 | 115 | 47 | -3 | 50 |
| 16 | | 19.5 | 61 | 55.7 | 27.3 | 10.8 | 56.6 | 71.8 | 112.3 | 40.5 | -5.3 | 45.8 |
| 17 | | 19 | 62 | 54.4 | 26.6 | 13.6 | 55.2 | 75.6 | 109.6 | 34 | -7.6 | 41.6 |
| 18 | | 18.5 | 63 | 53.1 | 25.9 | 16.4 | 53.8 | 79.4 | 106.9 | 27.5 | -9.9 | 37.4 |
| 19 | | 18 | 64 | 51.8 | 25.2 | 19.2 | 52.4 | 83.2 | 104.2 | 21 | -12.2 | 33.2 |
| 20 | | 17.5 | 65 | 50.5 | 24.5 | 22 | 51 | 87 | 101.5 | 14.5 | -14.6 | 29 |
| 21 | | 17 | 66 | 49.2 | 23.8 | 24.8 | 49.6 | 90.8 | 98.8 | 8 | -16.8 | 24.8 |
| 22 | | 16.5 | 67 | 47.9 | 23.1 | 27.6 | 48.2 | 94.6 | 96.1 | 1.5 | -19.1 | 20.6 |
| 23 | | 16 | 68 | 46.6 | 22.4 | 30.4 | 46.8 | 98.4 | 93.4 | -5 | -21.4 | 16.4 |
| 24 | | 15.5 | 69 | 45.3 | 21.7 | 33.2 | 45.4 | 102.2 | 90.7 | -11.5 | -23.7 | 12.2 |
| 25 | | 15 | 70 | 44 | 21 | 36 | 44 | 106 | 88 | -18 | -26 | 8 |
| 26 | | 14.5 | 71 | 42.7 | 20.3 | 38.8 | 42.6 | 109.8 | 85.3 | -24.6 | -28.3 | 3.8 |
| 27 | | 14 | 72 | 41.4 | 19.6 | 41.6 | 41.2 | 113.6 | 82.6 | -31 | -30.6 | -0.4 |
| 28 | | 13.5 | 73 | 40.1 | 18.9 | 44.4 | 39.8 | 117.4 | 79.9 | -37.5 | -32.9 | -4.6 |
| 29 | | 13 | 74 | 38.8 | 18.2 | 47.2 | 38.4 | 121.2 | 77.2 | -44 | -35.2 | -8.8 |
| 30 | | 12.5 | 75 | 37.5 | 17.5 | 50 | 37 | 125 | 74.5 | -50.6 | -37.6 | -13 |
| 31 | | 12 | 76 | 36.2 | 16.8 | 52.8 | 35.6 | 129.8 | 71.8 | -57 | -39.8 | -17.2 |
| 32 | | 11.5 | 77 | 34.9 | 16.1 | 55.6 | 34.2 | 132.6 | 69.1 | -63.5 | -42.1 | -21.4 |
| 33 | | 11 | 78 | 33.6 | 15.4 | 58.4 | 32.8 | 136.4 | 66.4 | -70 | -44.4 | -25.6 |
| 34 | | 10.5 | 79 | 32.3 | 14.7 | 61.2 | 31.4 | 140.2 | 63.7 | -76.5 | -46.7 | -29.8 |
| 35 | | 10 | 80 | 31 | 14 | 64 | 30 | 144 | 61 | -83 | -49 | -34 |
| 36 | | 9.5 | 81 | 29.7 | 13.3 | 66.8 | 28.6 | 147.8 | 58.3 | -89.5 | -51.3 | -38.2 |

Fonte: Gregorowicz e Hegji (2000, p. 48)

3.1.4 Métodos Numéricos

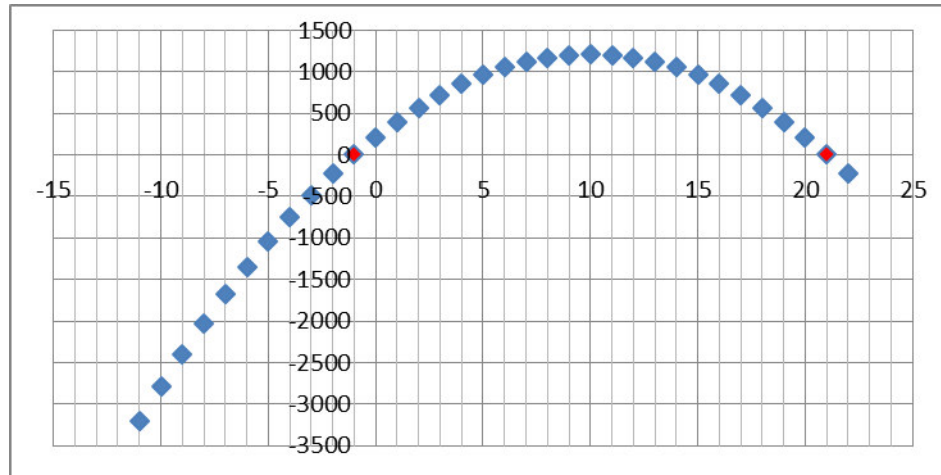
Os métodos numéricos são ferramentas importantes para a determinação de soluções matemáticas, geralmente aproximadas, para problemas reais (CHERRI et al., 2012), sendo utilizados para numerosas aplicações na engenharia. Para auxiliar nas resoluções destes problemas, existem diferentes programas computacionais, por exemplo, Matlab, Mathematica e Maple. Porém, possuem custo elevado e não são tão intuitivos para quem possui pouco conhecimento em computação, segundo Djamila (2017). Uma alternativa apresentada pela autora é o Excel.

Para exemplificar como as planilhas podem ser utilizadas no ensino de métodos numéricos, foi escolhido o problema de determinação de raízes de polinômios. Construíram-se quatro planilhas, cada uma utilizando um método diferente para solução do exercício: Bisseção, Posição Falsa, Newton-Raphson e Secantes. As equações formuladas no Excel são simples, não exigindo conhecimento avançado dos alunos.

O polinômio, em questão, é dado por $f(x) = -10x^2 + 200x + 210$. Inicialmente, plotou-se o gráfico da função para o intervalo $[-11, 22]$, para ajudar na visualização do problema

(Figura 4). Com isso, foi possível verificar que as raízes são -1 e 21, números usados para cálculo do erro exato.

Figura 4 – Gráfico da função polinomial.



Fonte: Djamila (2017, p. 3).

Então, aplicando os métodos, escolheu-se os valores $[-6,4]$ para encontrar a primeira raiz. Os resultados obtidos para Bisseção, Posição Falsa, Newton-Raphson e Secantes são encontrados nas Figuras 5, 6, 7 e 8, respectivamente. Para o erro exato, comparou-se a raiz encontrada com -1 .

Figura 5 – Resultado das interações pelo Método da Bisseção.

| i | Xl | Xu | Xr | f(xl) | f(xu) | f(xr) | f(xl)*f(xr) | Approximate Error % | Exact Error % |
|---|---------|--------|---------|------------|----------|--------|-------------|---------------------|---------------|
| 1 | -6,0000 | 4,0000 | -1,0000 | -1350,0000 | 850,0000 | 0,0000 | 0,0000 | / | 0,00 |

Fonte: Djamila (2017, p. 3).

Figura 6 – Resultado das interações pelo Método da Posição Falsa.

| i | Xl | Xu | Xr | f(xl) | f(xu) | f(xr) | f(xl)*f(xr) | Approximate Error % | Exact Error % |
|---|---------|---------|---------|------------|----------|----------|--------------|---------------------|---------------|
| 1 | -6,0000 | 4,0000 | 0,1364 | -1350,0000 | 850,0000 | 237,0868 | -320067,1488 | / | 113,64 |
| 2 | -6,0000 | 0,1364 | -0,7803 | -1350,0000 | 237,0868 | 47,8478 | -64594,5234 | 117,48 | 21,97 |
| 3 | -6,0000 | -0,7803 | -0,9590 | -1350,0000 | 47,8478 | 9,0067 | -12159,0057 | 18,63 | 4,10 |
| 4 | -6,0000 | -0,9590 | -0,9924 | -1350,0000 | 9,0067 | 1,6730 | -2258,5244 | 3,37 | 0,76 |
| 5 | -6,0000 | -0,9924 | -0,9986 | -1350,0000 | 1,6730 | 0,3100 | -418,4810 | 0,62 | 0,14 |
| 6 | -6,0000 | -0,9986 | -0,9997 | -1350,0000 | 0,3100 | 0,0574 | -77,5046 | 0,11 | 0,03 |
| 7 | -6,0000 | -0,9997 | -1,0000 | -1350,0000 | 0,0574 | 0,0106 | -14,3530 | 0,02 | 0,00 |
| 8 | -6,0000 | -1,0000 | -1,0000 | -1350,0000 | 0,0106 | 0,0020 | -2,6580 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | -6,0000 | -1,0000 | -1,0000 | -1350,0000 | 0,0020 | 0,0004 | -0,4922 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: Djamila (2017, p. 3).

Figura 7 – Resultado das interações pelo Método de Newton-Raphson, repetido para os valores -6 e 4.

| i | x_i | $f(x_i)$ | $f'(x_i)$ | Approximate Error % | Exact Error % |
|---|----------------|------------|-----------|---------------------|---------------|
| 0 | -6,0000 | -1350,0000 | 320,0000 | | 500,00 |
| 1 | -1,7813 | -177,9785 | 235,6250 | 236,84 | 78,13 |
| 2 | -1,0259 | -5,7055 | 220,5181 | 73,63 | 2,59 |
| 3 | -1,0000 | -0,0067 | 220,0006 | 2,59 | 0,00 |
| 4 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |

| i | x_i | $f(x_i)$ | $f''(x_i)$ | Approximate Error % | Exact Error % |
|---|---------------|-----------|------------|---------------------|---------------|
| 1 | 4,0000 | 850,0000 | 120,0000 | | 500,00 |
| 2 | -3,0833 | -501,7361 | 261,6667 | 229,73 | 208,33 |
| 3 | -1,1659 | -36,7666 | 223,3174 | 164,47 | 16,59 |
| 4 | -1,0012 | -0,2711 | 220,0246 | 16,44 | 0,12 |
| 5 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,12 | 0,00 |
| 6 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | -1,0000 | 0,0000 | 220,0000 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: Djamila (2017, p. 4).

Figura 8 – Resultado das interações pelo Método das Secantes.

| i | x_{i-1} | x_i | $f(x_{i-1})$ | $f(x_i)$ | Approximate Error % | Exact Error % |
|---|----------------|---------------|--------------|----------|---------------------|---------------|
| 1 | -6,0000 | 4,0000 | -1350,0000 | 850,0000 | | |
| 2 | 4,0000 | 0,136364 | 850,0000 | 237,0868 | 2833,33 | 500,00 |
| 3 | 0,1364 | -1,358166 | 237,0868 | -80,0794 | 110,04 | 113,64 |
| 4 | -1,3582 | -0,980821 | -80,0794 | 4,2156 | 38,47 | -35,82 |
| 5 | -0,9808 | -0,999693 | 4,2156 | 0,0676 | 1,89 | 1,92 |
| 6 | -0,9997 | -1 | 0,0676 | -0,0001 | 0,03 | 0,03 |
| 7 | -1,0000 | -1 | -0,0001 | 0,0000 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | -1,0000 | -1 | 0,0000 | 0,0000 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: Djamila (2017, p. 4).

Observa-se que foi possível encontrar a raiz -1 por todos os métodos, porém mais interações foram necessárias para alguns deles. Para determinar a segunda raiz, realizou-se o mesmo processo para o intervalo [8,22] e também se obteve a resposta desejada, 21, nos quatro métodos. Por fim, Djamila ilustra que para um intervalo de [-2,22], os métodos da Posição Falsa e das Secantes não foram boas opções, pois há o erro de divisão por zero. Entretanto, os alunos são capazes de verificar as diferenças e vantagens de cada um de maneira rápida e simples, comprovando como as planilhas são um bom recurso para o ensino de métodos numéricos.

3.1.5 Química Analítica

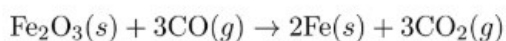
A Química Analítica consiste, genericamente, na identificação, caracterização e determinação das substâncias presentes em compostos químicos, utilizando técnicas laboratoriais específicas. Nas universidades, em sua grande maioria, o seu ensino é composto pela combinação de aulas teóricas e práticas, em que se realizam diferentes experimentos.

A análise dos resultados desses experimentos pode ser feita, muitas vezes, através do uso de planilhas eletrônicas, pela resolução de cálculos e construção de gráficos de comportamento. Entretanto, de acordo com Rubin e Abrams (2015), estudantes nos primeiros anos de faculdade nem sempre tem conhecimento sobre tal ferramenta, o que dificulta sua implementação. Por isso, criaram um modelo de tutorial focado apenas para ensino de analítica.

Neste guia, apresentam como resolver alguns problemas passo a passo, como de reagente limitante, diluição, titulação e construção de gráfico. São ilustrados nas Figuras 9 e 10 os enunciados destes exemplos.

Figura 9 – Exemplo de exercício de reação com reagente limitante.

Worked Example #1: If you mix 5.000 grams of $\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$ with an excess of $\text{CO}(g)$, a) how many grams and molecules of $\text{Fe}(s)$ will form, and b) how many grams and molecules of $\text{CO}_2(g)$ will form?



Start by generating the following table in your spreadsheet:

| | A | B | C | D | E |
|---|----------------------------|---------------|--------|--------|-----------|
| 1 | | stoichiometry | grams | moles | molecules |
| 2 | $\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$ | 1 | 5.000 | | |
| 3 | $\text{Fe}(s)$ | 2 | | | |
| 4 | $\text{CO}_2(g)$ | 3 | | | |
| 5 | $\text{CO}(g)$ | 3 | excess | excess | excess |

Figure 1.1: Worked Example #1

Solve for the number of moles of $\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$ (you should get 0.03131 moles of $\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$ in cell **D2**).

Fill in the remainder of the table.

Fonte: Rubin e Abrams (2015, p. 4).

Figura 10 – Exemplo de exercício de diluição.

Worked Example #2: You are preparing a set of dilutions from a stock iron (Fe) solution with initial concentration of 0.50 mg/L.

Start by opening a new (third) sheet in your document (named WE2) and reproducing the following table:

| | A | B | C | D | E |
|----|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---|
| 1 | Constants | Amount | Unit | | |
| 2 | [Fe] _{stock} | 0.50 | mg/L | | |
| 3 | Temp | 25 | °C | | |
| 4 | Temp | 298 | K | | |
| 5 | Pressure | 1 | atm | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | Solution number | Volume Stock added (L) | Total final volume (L) | Dilution conc. (mg/L) | |
| 8 | 1 | 0.0010 | 0.10 | | |
| 9 | 2 | 0.0050 | 0.10 | | |
| 10 | 3 | 0.010 | 0.10 | | |
| 11 | 4 | 0.015 | 0.10 | | |

Figure 1.2: Worked Example #2

Complete the table (the correct value for cell D8 is 5.0×10^{-3}). What is the value of cell D11?

Hint: using the dollar signs before both B and 2 allows you to keep the cell B2 as a reference cell as you copy equations. In your own words, describe what would have happened if you would have only put a dollar sign in front of the B.

Fonte: Rubin e Abrams (2015, p. 5).

O tutorial foi implementado em turmas de Química Analítica Quantitativa da Universidade de Boston e os alunos, ao final do curso, disseram que aprenderam através dele como organizar os dados, elaborar gráficos e quadros, além de reduzirem o tempo de análise dos resultados e se sentirem mais capacitados em relação ao uso de planilhas.

3.1.6 Cinética Química

A Cinética Química estuda a velocidade das reações químicas, bem como os fatores que influenciam este seu comportamento (temperatura, pressão, concentração, catalisador, etc), as leis envolvidas e as características das reações de acordo com sua ordem.

Variados estudos mostram como as planilhas podem ser um programa valioso para aprimorar o entendimento de tópicos abordados em Cinética, como análise de reações de primeira ordem utilizando o Excel Solver, aplicação de equações não lineares para

determinação da constante de velocidade de reações complexas e simulação de Monte Carlo para identificação de reações de primeira e segunda ordem (LOYSON, 2010).

Porém, para o ensino básico em sala de aula, Loyson (2010) propõe um curso com exercícios de Excel menos complexos e em paralelo as aulas regulares de Cinética. As atividades iniciam-se com exemplos mais básicos para determinação da ordem de uma reação, plotando-se gráficos para cada ordem e analisando sua linha de tendência e seu coeficiente de determinação R^2 .

Posteriormente, a complexidade dos problemas aumenta gradativamente. São apresentados exercícios para:

- a) determinação de um dado faltante de um experimento para reação de primeira ordem;
- b) determinação do decaimento simultâneo de dois isótopos radioativos;
- c) determinação do perfil de duas reações de primeira ordem consecutivas e influência das suas constantes de velocidade;
- d) resolução de conjunto de reações em série e paralelo.

Segundo o autor, o objetivo do curso é permitir que os estudantes aprofundem sua compreensão nos princípios matemáticos que regem a cinética das reações, visualizem seus comportamentos de forma real e, conseqüentemente, aprimorem suas habilidades computacionais. Propósito esse já alcançado, evidenciado pela sua implementação nos cursos de Tecnologia em Química e Química da Universidade Metropolitana Nelson Mandela.

3.1.7 Tomada de Decisão

As planilhas eletrônicas, além de terem um importante papel no real aprendizado dos conteúdos, são ferramentas poderosas para que os estudantes entendam como analisar e interpretar as soluções dos problemas e, então, tomar a melhor decisão. Habilidades essas requeridas no mercado de trabalho.

Cientes disso, SHITSUKA et al. (2005) realizaram um estudo apontando como os cursos superiores da cidade de São Paulo adotavam as planilhas eletrônicas como ferramenta para tomada de decisão. Os autores expõem utilizações gerais encontradas: criação de relatórios e gráficos, extração de informações de bancos de dados, formulação de projeções e aplicação do Solver.

Em especial, destacam a ferramenta Solver, devido sua extensa abrangência nos cálculos de áreas bem distintas, “desde agricultura, passando pela pecuária, por indústrias diversas, planejamento e programação da produção, logística de transporte e de distribuição, até problemas hospitalares, de hotelaria, financeiros e muitos outros” (SHITSUKA et al., 2005, p. 128). Um exemplo citado consiste no uso do Solver para resolução de problemas de otimização financeira na matéria de Pesquisa Operacional.

Outros exemplos abordados correspondem às disciplinas de Estatística e Finanças, que possuem funções prontas nas planilhas e que são de extrema importância nas tomadas de decisão. Os autores também citam matérias como Contabilidade, Marketing e Produção e, até mesmo, a possibilidade de os coordenadores utilizarem a ferramenta para analisar o desempenho das turmas em relação a avaliações e frequência.

3.2 O EMPREGO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS NAS EMPRESAS

Sabe-se, do senso comum, que há uma crescente aplicação de planilhas eletrônicas para facilitar e otimizar inúmeras atividades nas organizações, ou ainda para armazenagem e análise de dados que auxiliam no gerenciamento e nas tomadas de decisões. Exemplos destes tipos de prática serão apresentados a seguir, juntamente com suas vantagens.

3.2.1 Finanças e Contabilidade

Finanças e Contabilidade são, indubitavelmente, departamentos de extrema importância dentro de uma corporação, uma vez que realizam todo controle e análise financeira, balanço, gestão e alocação de recursos, além determinar a melhor forma da empresa criar valor, investir e/ou atuar na redução de custos. Assim, as planilhas também se tornam essenciais para todas essas atividades.

3.2.1.1 Financiamento, investimento e projeção

Como exemplo de aplicações em finanças, Jinping (2017) ilustra como o Excel pode ser utilizado para decisões de financiamento e de investimento e projeções.

- a) Financiamento - em geral, existem três formas de financiamento: por dívida a curto prazo, por dívida a longo prazo e de capital. Para análise de qual a melhor opção, é

preciso conhecer qual apresenta menor custo e menor risco. Uma das fórmulas mais comuns nesse caso é VF, que retorna o valor futuro de um investimento, considerando pagamentos periódicos e constantes a uma taxa de juros também constante, durante o tempo determinado.

- b) Investimento – para encontrar os projetos mais rentáveis, o autor, cita alguns métodos que podem ser calculados no Excel por funções já existente ou criadas. São elas: método de retorno financeiro, do valor presente (fórmula VP), da taxa interna de retorno (fórmula TIR) e do índice de lucratividade. Para aplicar tais métodos também deve-se construir tabelas com todos o fluxo de caixa envolvido, desde materiais e mão de-obra até o lucro esperado. Dessa forma, a companhia pode aumentar a eficiência de aplicação do dinheiro, aumentar o rendimento e reduzir os riscos do negócio.
- c) Projeções – baseia-se na estimativa de valores futuros por meio de dados passados e presentes, aplicando-se metodologias de extrapolação ou causal/explicativa. O Excel auxilia nas operações envolvidas para predição de alterações num comportamento linear com as funções TENDÊNCIA, INCLINAÇÃO, INTERCEPTAR, PREVISÃO e PROJ.LIN. Para comportamentos exponenciais, há ainda PROJ.LOG e CRESCIMENTO. Com isso, é possível saber antecipadamente os fatores favoráveis ou não para as situações analisadas.

3.2.1.2 Ferramentas de *Business Analytics*

As empresas buscam cada vez mais inovações para tornarem-se competitivas no mercado e atenderem às rápidas alterações do cenário atual. Dentre elas estão as ferramentas de *Business Analytics* (BA). Podem ser definidas como uma combinação do uso de dados, análises estatísticas e qualitativas, modelos explicativos e projeções para auxiliar nas tomadas de decisão, segundo Duan, Cao e Edwards (2018).

A Nestlé, objetivando isto, realizou uma parceria com a Universidade de Lausane para o desenvolvimento de novos modelos de BA para aprimorar seus relatórios financeiros, possibilitando melhor análise por parte da diretoria (OGGIER; FRAGNIÈRE; STUBY, 2005). Além das informações básicas de vendas, lucros, gastos e balanço financeiro, foram

criadas quatro ferramentas em planilhas eletrônicas de análise de sensibilidade, projeção, simulação e otimização.

No modelo de análise de sensibilidade, foi possível visualizar como cada parâmetro analisado influenciava na solução final, apenas variando-os. Como exemplo, ilustraram como determinar se é válido ou não investir em um projeto, utilizando a função ATINGIR META, e qual a quantia necessária de investimento para começar a ter retorno. Também concluíram quanto cada custo precisava ser reduzido para atingir este valor final, verificando em quais pontos agir.

Nas projeções, foram utilizados regressões e gráficos de linha do tempo para prever valores futuros dos parâmetros do exemplo anterior, como a quantidade total a ser vendida para obter o montante desejado.

Já nas simulações, dados estatísticos e de probabilidade desses fatores foram obtidos. Aplicando a simulação de Monte Carlo (geração de números aleatórios para amostragem) no Excel e um o preço de venda de uma concorrente, estabeleceu-se a distribuição normal de probabilidade dele e, para uma mesma probabilidade, quais seriam as variações mínima e máxima dos custos gerais possíveis.

Por fim, na parte de otimização, fez-se o uso do Excel Solver para poder determinar a solução ótima de um problema, considerando suas variáveis e restrições. No caso do projeto em análise, é possível encontrar o lucro máximo, tendo a capacidade e demanda como limitantes.

Todas essas ferramentas proporcionaram um avanço tecnológico da Nestlé, além de uma visão mais detalhada e clara de diferentes aspectos da situação financeira da empresa, que antes os gerentes não possuíam.

3.2.2 Planejamento e Controle da Produção

A área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem como responsabilidade programar, acompanhar e coordenar as etapas de produção, objetivando a redução de gastos e aumento da produtividade (ESTENDER et al., 2017). O sistema de planejamento pode ser definido a curto, médio e longo prazo, dependendo da situação e do que se busca analisar. Especificamente, para médio prazo, existe o Plano Mestre de Produção (PMP), que determina o produto e a quantidade a ser fabricada durante o período estabelecido (SILVA, 2005).

Baseado nisto, Azevedo (2007) desenvolveu um modelo de PMP, composto por planilhas do Excel, para uma empresa do ramo alimentício para auxílio à tomada de decisão da produção. A solução do modelo apresenta um plano mais rentável na fabricação de quatro produtos ao longo de algumas semanas, considerando restrições e variáveis envolvidas, por exemplo, demanda, capacidade produtiva, custos de produção em horas normais e extra e estoque.

Apesar da complexidade na elaboração do modelo, a interface com o usuário é de fácil entendimento e manipulação, a fim de permitir testes de soluções e simulações. Além disso e de seu objetivo principal, Azevedo conseguiu apresentar à empresa que os custos de armazenagem estavam elevados, uma vez que, a partir de um ponto determinado, o aumento do lucro não era proporcional ao aumento das vendas. Também observou que havia apenas uma pequena folga na capacidade produtiva da linha em questão, o que poderia acarretar em um futuro desequilíbrio entre a demanda e a produção.

3.2.3 Qualidade

Com a competitividade no mercado atual, a Qualidade tornou-se uma estratégia fundamental para garantir a satisfação do cliente em relação ao produto ou serviço oferecido (COSTA; NASCIMENTO, 2011). Por isso, as empresas passaram a adotar um sistema em que as atividades e produtos estejam de acordo com as especificações, as taxas de defeitos e retrabalho sejam baixas, a resposta às mudanças seja rápida e as tecnologias sejam constantemente implementadas (MARINO, 2006).

Dentro desse sistema, existem as auditorias, internas ou externas, para certificar sua efetividade, através de dados que comprovem o cumprimento das normas (JUNIOR, 2014). E entre as ferramentas utilizadas nas suas etapas estão as planilhas eletrônicas, conforme ilustrado no estudo de Pongpatrachai, Cragg e Fisher, (2014) em sete corporações de auditoria de pequeno porte.

Em geral, elas realizam a documentação, análise e manipulação de dados, programação da auditoria, testes diversificados (inventário, ativos fixos e contratos, entre outros), registro e análise dos resultados dos testes e preparação do relatório final, sendo que tais operações são de baixa a alta complexidade.

Também, segundo os autores, apesar de toda sua aplicabilidade do início ao fim do processo de auditoria, as pequenas empresas não aproveitam todo potencial que as planilhas

eletrônicas oferecem, quando comparadas às quatro líderes do ramo. O que evidencia ainda mais a importância e extenso uso destes programas.

3.2.4 *Supply Chain*

O departamento de *Supply Chain* basicamente abrange todas as etapas, principalmente, logísticas de um produto ou serviço, da matéria-prima até a entrega ao consumidor final. Por impactar diretamente a cadeia produtiva, é necessário um controle eficiente de seus processos e os editores de planilhas podem ser a solução para isso.

3.2.4.1 Transporte de mercadorias e centros de distribuição

Segundo Smith¹ (2003, p. 285, tradução nossa), as planilhas eletrônicas apresentam bons resultados em “ [...] determinar o número ótimo de centros de distribuição, a combinação adequada de meios de transporte, programação da produção, otimização de estoque, racionalização de produtos e planejamento estratégico”. O estudo de Smith apresenta casos reais em que isso ocorreu através de simulações em planilhas integradas e dinâmicas:

- a) Determinação do custo benefício de um produtor de alimentos enviar seus produtos por navio diretamente aos seus maiores clientes comparado ao envio através de uma distribuidora terceirizada. Para isto, quatro planilhas foram desenvolvidas para calcular o espaço de armazenamento necessário, a produção diária, a demanda dos clientes e os custos das duas operações. Assim, foi possível constatar que muitos envios poderiam ser realizados diretamente ao consumidor, com a economia de milhares de dólares.
- b) Determinação dos gastos de uma indústria farmacêutica para construir um novo centro de distribuição versus a externalização da atividade de estocagem e entrega. Utilizaram, principalmente, funções financeiras como de taxa de juros simples e compostos, valor presente líquido, depreciação, entre outras, e calcularam os valores

¹ “[...] in determining the optimum number of distribution facilities, the appropriate mix of transportation modes, production scheduling, inventory optimization, product rationalization and strategic planning exercises”.

para quatro situações (manter o cenário atual, contratar terceiro, construir um novo depósito e utilizar um centro de outra planta já existente). Concluiu-se que compartilhar a área de armazenagem seria o mais vantajoso, reduzindo custos e melhorando a comunicação entre as duas instalações.

- c) Determinação dos custos de abastecimento de um novo mercado de uma grande rede considerando duas unidades de distribuição de cidades distintas. Planilhas contendo as distâncias e tempos de viagem, número de caminhões necessários e custo das operações permitiram encontrar uma solução combinada. O menor custo correspondia a entrega de alimentos não perecíveis de um local e perecíveis de outro. A empresa também passou a aplicar essa metodologia para analisar novos pontos de expansão.

3.2.4.2 Estoque

O problema de corte de estoque consiste no corte de objetos grandes do estoque em peças menores para atender a demanda necessária e otimizar a função objetivo (reduzir custos, perda de material ou número total de itens cortados ou maximização do lucro). Este problema é visto em diversas indústrias, como de aço, papel e construção, e, consequentemente, sendo importante econômica e operacionalmente (GAJEWSKI, 2017; MELEGA; ARAUJO; JANS, 2018).

Pode ser tratado como um problema uni, bi ou tridimensional de acordo o item trabalhado. Conforme a publicação de Gajewski (2017), para o caso unidimensional, o mais simples deles, é possível resolvê-lo através do Excel Solver, sem a necessidade de conhecimento de programação. O autor apresenta dois modelos diferentes, um com a função objetivo de minimizar a perda de material, sem considerar limites para a quantidade de peças cortadas, e o outro, considerando estes limites.

Para um objeto de 13 unidades de comprimento a ser cortado em partes de 5, 4, 3 e 2 unidades, ambos apresentaram uma solução ótima. No primeiro, o descarte seria de 24 peças e, no segundo, 11. Mostrando, assim, que é possível resolver um problema comum, de forma simples, flexível e rápida com auxílio de planilhas.

3.2.5 Indicadores de Desempenho

Presente em praticamente todos os departamentos de uma empresa, os indicadores de desempenho ou KPI, do inglês *Key Performance Indicator*, são uma ferramenta de gestão de suma importância para o acompanhamento do desempenho de atividades e processos chaves da organização (VIEIRA; LAUREANO; PEDROSA, 2018).

Alguns exemplos de indicadores são: produtividade, lucratividade, capacidade, custo total, custo de mão-de-obra, qualidade (não conformidades e retrabalho), receita versus peso da carga, segurança, entre outros.

Geralmente, são elaborados utilizando planilhas eletrônicas e apresentados, principalmente, em *dashboards*, podendo ser compostos por gráficos, quadros e histogramas, facilitando a sua visualização e análise para tomada de decisão (VIEIRA; LAUREANO; PEDROSA, 2018).

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos são apresentados em três seções: (I) resultados provenientes dos questionários dos docentes, (II) resultados provenientes dos questionários dos estudantes e (III) discussão de resultados. Também, para cada população, é calculado seu respectivo erro amostral.

4.1 DOCENTES

4.1.1 Frequência de Uso de Planilhas Eletrônicas

A população de docentes da graduação, informada pelo setor de Recursos Humanos da Universidade, correspondia a 144 em 18 de setembro de 2019. Entretanto, após a aplicação da pesquisa, foram considerados dois critérios de exclusão: professores afastados e orientadores do trabalho. Desta forma, quatro docentes afastados até a data de 04 de outubro de 2019 e dois orientadores foram desconsiderados, tornando a população igual a 138.

Deste total, 56 docentes não responderam ao questionário, representando, aproximadamente, 40,6% da população. Os motivos da não participação não foram considerados relevantes para o estudo, por isso não foram investigados.

Já os docentes que responderam ao questionário correspondem a 59,4% da população (82 respondentes), destacando-se que possuíam a possibilidade preencher o formulário a respeito de uma ou duas matérias lecionadas.

Tabela 1 - Frequência de respostas do questionário destinado aos docentes e suas respectivas porcentagens em relação à população final considerada.

| Descrição dos Resultados | Nº Docentes | % em Relação à População Final |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Docentes que <u>não</u> responderam | 56 | 40,6% |
| Docentes que responderam | 82 | 59,4% |
| População Final | 138 | 100,0% |

Fonte: Autoria própria (2019).

Contudo, 48 respondentes informaram que não utilizavam planilhas em nenhuma disciplina mencionada, sendo que 39 respondentes não consideram viável sua aplicação

devido a um dos fatores listados no formulário (abordados posteriormente) e 9 consideram viável, sem qualquer limitação.

Apenas 34 professores mencionaram utilizar a ferramenta em pelo menos uma de suas disciplinas lecionadas. Número que se reduz para 16, quando se computam os docentes que usam em duas disciplinas, ou seja, somente 11,6% dos educadores, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Frequência de docentes que utilizam ou não planilhas eletrônicas e suas respectivas porcentagens em relação à população final considerada.

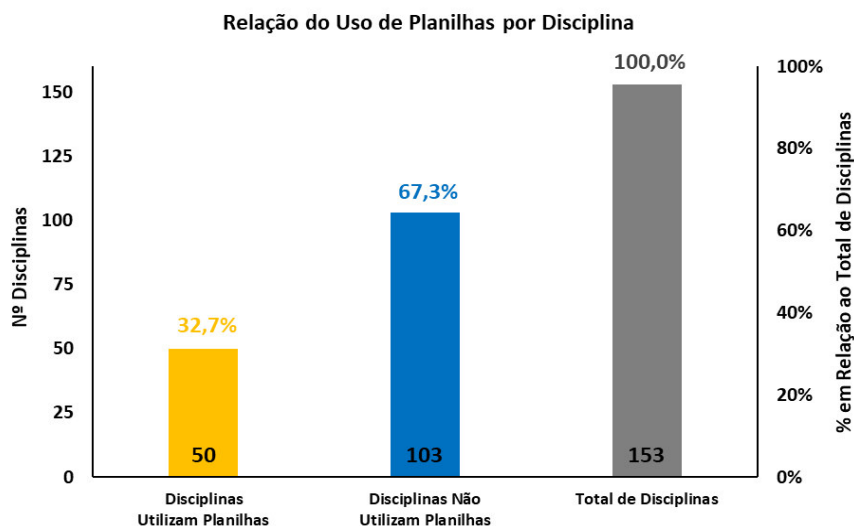
| Descrição dos Resultados | Nº Docentes | % em Relação à População Final |
|---|-------------|--------------------------------|
| Docentes que <u>não</u> utilizam planilhas | 48 | 34,8% |
| Não é viável utilizar planilhas | 39 | 28,3% |
| É viável utilizar planilhas | 9 | 6,5% |
| Docentes que utilizam planilhas | 34 | 24,6% |
| Docentes que utilizam planilhas em 1 disciplina | 18 | 13,0% |
| Docentes que utilizam planilhas em 2 disciplinas | 16 | 11,6% |
| Total de Respondentes | 82 | 59,4% |

Fonte: Autoria própria (2019).

Nota: Porcentagem em relação à população final de 138 respondentes.

Em relação às disciplinas informadas, ao todo foram 153. Número que contempla matérias repetidas, pois foram listadas por docentes distintos. Entretanto, somente em 50 disciplinas, planilhas eletrônicas são utilizadas (Figura 11). A lista completa das disciplinas citadas e uso da ferramenta em cada uma encontra-se no Apêndice D.

Figura 11 – Gráfico da relação do uso de planilhas eletrônicas nas disciplinas mencionadas pelos docentes.

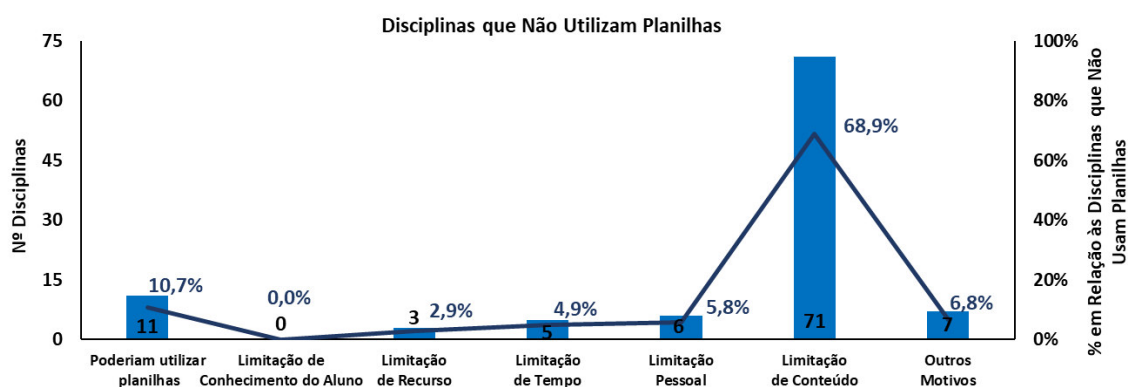


Fonte: Autoria própria (2019).

Entre as disciplinas que não utilizam planilhas eletrônicas, seus respectivos docentes disseram que seu uso seria viável em 11 delas. Os demais afirmaram que não é viável devido à limitação de recursos (salas de aula, computadores, Pacote Office etc.), limitação de tempo (duração das aulas, quantidade de conteúdo etc.), limitação pessoal do docente (tempo disponível para elaborar novas aulas, domínio da ferramenta etc.), limitação pelo tipo de conteúdo da disciplina ou outro tipo de limitação. O Apêndice E contém todas estas disciplinas e fatores.

A Figura 12 representa a quantidade de matérias para cada categoria, bem como sua porcentagem em relação ao total de disciplinas que não utilizam a ferramenta (103 disciplinas).

Figura 12 – Gráfico da relação de disciplinas que não utilizam planilhas por categoria.



Fonte: Autoria própria (2019).

Observa-se que o fator de impedimento para a aplicação de planilhas eletrônicas como ferramenta de aprendizado mais listado corresponde ao tipo de conteúdo da disciplina. Isto é, as planilhas eletrônicas não são compatíveis/ adequadas aos tópicos abordados em aula. Também se nota que nenhum respondente acredita que o nível de conhecimento dos alunos seja um limitante.

Entre os fatores de “Outros Motivos”, o mais recorrente foi em relação a falta de funções e recursos dos editores de planilhas diante de softwares específicos para o conteúdo. Disciplinas como Processamento de Cerâmicas, Estatística Multivariada e Modelagem e Simulação de Processos utilizam, respectivamente, o Origin, softwares estatísticos e de simulação de processo como ferramentas de ensino.

Destaca-se ainda uma outra razão para a não utilização da ferramenta para as matérias de Física Experimental, segundo um dos docentes participantes, “o impedimento que seu uso provoca ao pensamento do aluno” (informação verbal)².

4.1.2 Importância de Planilhas Eletrônicas para o Aprendizado da Disciplina

Conforme solicitado no questionário, este e os próximos tópicos foram respondidos apenas para as disciplinas em que as planilhas eletrônicas:

- a) são utilizadas (50 disciplinas);
- b) poderiam ser utilizadas (11 disciplinas);
- c) não são utilizadas devido à limitação de recursos (3 disciplinas);
- d) não são utilizadas devido à limitação de tempo (5 disciplinas);
- e) não são utilizadas por outros motivos, quando cabível (2 disciplinas).

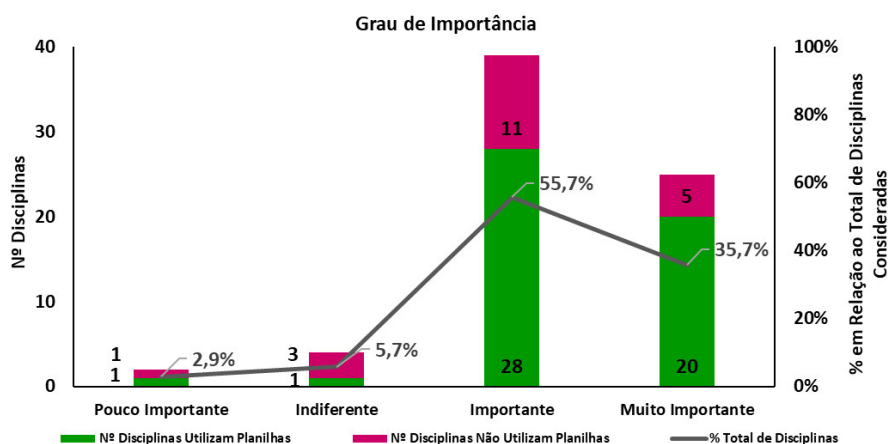
Esta divisão foi realizada porque determinou-se que docentes que tenham restrições de conhecimento da ferramenta ou disciplinas que não tenham aplicabilidade não se enquadram nas análises sobre a importância de planilhas, nível de conhecimento requerido e métodos de aprendizagem mais adequados.

Com isso, tem-se um total de opiniões de 47 docentes e um total de repostas de 70 disciplinas para os levantamentos a seguir.

Em relação ao grau de importância, foi dada uma escala de: sem importância, pouco importante, indiferente, importante e muito importante, para que os respondentes informassem a relevância das planilhas eletrônicas para o aprendizado da disciplina analisada. Conforme a Figura 13, observa-se que, em 91,4% das matérias, a ferramenta é ou seria um importante suporte para que os estudantes compreendam seus conteúdos. Enquanto que, para apenas 8,6% das disciplinas, as planilhas não influenciam no aprendizado.

² Informação fornecida por docente participante da pesquisa de forma anônima, em setembro de 2019.

Figura 13 – Gráfico do grau de importância das planilhas eletrônicas no aprendizado da disciplina.



Fonte: Autoria própria (2019).

4.1.3 Aplicações de Planilhas Eletrônicas nas Disciplinas

Para compreender mais detalhadamente de que forma as planilhas eletrônicas eram aplicadas nestas 70 disciplinas, solicitou-se que os respondentes informassem exemplos das principais aplicações ou das possíveis aplicações. As informações foram tratadas e compiladas em categorias de maior destaque, conforme abaixo:

- a) **Organização ou tabulação de dados:** em 8 matérias, citaram a organização ou a tabulação de dados provenientes de experimentos ou exercícios de aplicação, para posterior análise das informações. Entre elas: Laboratório de Engenharia Química I, Climatologia Aplicada, Eletrônica e Técnicas de Análise Microestrutural.
- b) **Gráficos:** em 32 disciplinas, mencionaram a ferramenta para elaboração de gráficos, sendo que em 15 destas realizam-se aulas práticas e/ou experimentos, como Laboratório de Engenharia Química, Processos de Fabricação e Métodos Experimentais da Física I. Já as demais disciplinas, entre elas, Cinética Química Aplicada, Cálculo I e Física III aplicam planilhas para auxiliar na aprendizagem de determinado conteúdo.
- c) **Tratamento ou ajuste de dados/curvas:** em 15 matérias, o ajuste de dados ou curvas é descrito como uma aplicação. Ainda, 6 delas especificam a regressão linear como o tipo de ajuste realizado. Novamente, repetem-se disciplinas

experimentais, porém destacam-se outras como Reatores Químicos, Química Geral II e Fenômenos de Transportes I.

- d) **Cálculos estatísticos:** em 7 disciplinas, faz-se uso de fórmulas estatísticas, variando de cálculos mais simples como de medidas de dispersão e posição, desvio padrão e probabilidade (Laboratório de Engenharia de Materiais II e Bioquímica) até testes de hipóteses e simulação de Monte Carlo, como em Estatística e Modelagem e Simulação de Sistemas.
- e) **Cálculo de pontos de máximo e mínimo de funções:** em 3 disciplinas, duas de Cálculo I e uma de Cálculo II, as planilhas podem ser utilizadas para encontrar os valores da função, $f(x)$, para cada x desejado. Assim, é possível descobrir os pontos de máximo e mínimo da função. Ainda é possível escrever a fórmula de sua derivada, calcular seus resultados e plotar os gráficos, auxiliando na visualização das funções.
- f) **Ferramentas de gestão de projetos:** em 2 matérias, Gestão de Negócios e Gestão de Projetos, são ensinadas diferentes ferramentas criadas em planilhas que auxiliam no desenvolvimento e organização de projetos. Entre elas, tem-se o 5W2H, gráfico de Gantt, análise de risco SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*) e GUT (Gravidade, Urgência e Tendência).
- g) **Estudos financeiros:** em 2 disciplinas, as planilhas são utilizadas para cálculos financeiros. Em Engenharia Econômica, faz-se o cálculo de juros, sistemas de amortização e avaliação de investimentos, por exemplo. Em Empreendedorismo, é elaborado todo um plano financeiro de uma *startup*, determinando-se custos, lucro, entre outros.
- h) **Estudo da cinética de reações:** em 13 matérias, a ferramenta foi mencionada para estudo da cinética de reações em geral e cálculo de constantes e velocidades. Química Geral II (apontada por 3 professores distintos) e Cinética Química Aplicada (2 menções) englobaram a cinética química. Já as disciplinas de Bioquímica (2 citações) e Engenharia Bioquímica I compreenderam o estudo da cinética de enzimática. Por fim, as matérias de Tecnologia de Processos

Fermentativos, Tecnologia de Bebidas, Engenharia Bioquímica, Engenharia Bioquímica II e Laboratório de Engenharia Bioquímica abordaram a cinética de processos fermentativos.

- i) **Estudos termodinâmicos:** em 3 disciplinas, também mencionaram o uso de planilhas para cálculos termodinâmicos, como a determinação de pressão de vapor de gases em Termodinâmica Química Aplicada I, de propriedades termodinâmicas de acordo com a temperatura em Termodinâmica de Materiais ou de ciclos térmicos e seus rendimentos em Termodinâmica de Máquinas.
- j) **Estudos de fenômenos de transporte:** em 4 disciplinas, abordou-se conteúdos relacionados a fenômenos de transporte. Cálculos de mecânica dos fluídos são aplicados em planilhas em Laboratório de Engenharia Química I (citada duas vezes) e Fenômenos de Transporte I. Como exemplos, há a determinação do número de Reynolds, temperatura de escoamento, velocidade específica do fluído, viscosidade, perda de carga e fator de atrito. Ainda, na disciplina de Laboratório de Engenharia Química II, há o estudo de transferência de calor.
- k) **Cálculos complexos:** em 12 matérias, a ferramenta é aplicada para realização de cálculos complexos, envolvendo múltiplas variáveis e/ou equações extensas. Como exemplo, tem-se o dimensionamento de equipamentos em disciplinas de Engenharia de Processos Químicos I e Reatores Químicos. Ou ainda para cálculos ambientais para a previsão e análise de impactos ambientais em Impactos e Adequação Ambiental. Também há o uso do Solver para resolução de equações não lineares em Cinética Química Aplicada, Modelagem e Simulação de Processos e Introdução aos Métodos Numéricos e Computacionais.

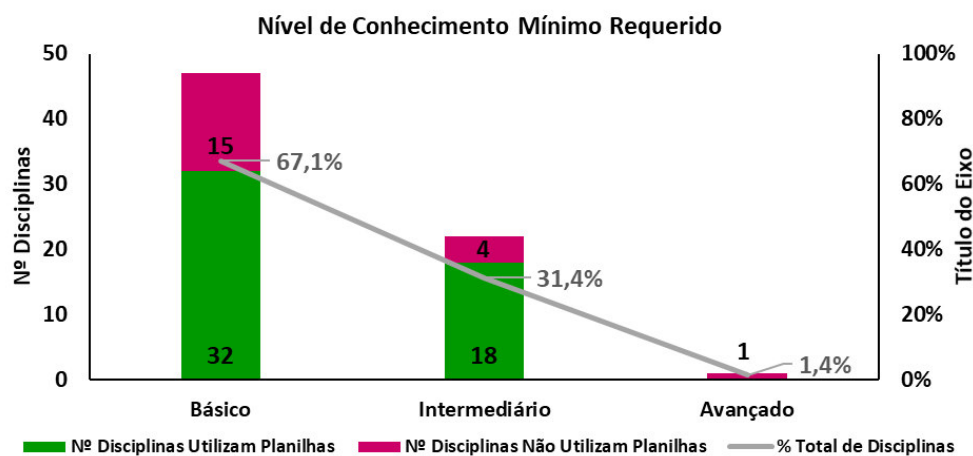
4.1.4 Nível de Conhecimento sobre Planilhas Eletrônicas

Também foi solicitado aos professores que informassem o nível de conhecimento mínimo sobre planilhas eletrônicas necessário para que os alunos pudessem realizar as atividades da disciplina mencionada. Como alternativas e parâmetros, foram dadas as seguintes opções, baseadas em funções e suplementos do editor Excel:

- a) Básico (Conceitos sobre células, linhas e colunas; formatações de textos e valores; fórmulas matemáticas básicas; funções como SOMA, MÉDIA, MÁXIMO, MÍNIMO, PROCV e PROCH; tabelas e gráficos simples).
- b) Intermediário (Formatações condicionais; funções condicionais, estatísticas avançadas, data e hora; tabelas e gráficos dinâmicos; planilhas múltiplas; exportação e importação de dados).
- c) Avançado (Combinação de funções; relacionar tabelas dinâmicas; Macro; VBA; ferramentas de hipóteses como *Solver*).

Para 67,1% das disciplinas, os estudantes devem ter nível básico de conhecimento para ser capaz de desenvolver os exercícios de aula. Enquanto que, para 31,4% e 1,4% das matérias, necessitam de nível intermediário e avançado, respectivamente. Como podemos verificar na Figura 14 abaixo, o nível intermediário já supriria a necessidade de quase todas as 70 disciplinas informadas.

Figura 14 – Gráfico do nível de conhecimento mínimo requerido por disciplina para que os alunos utilizem as ferramentas.



Fonte: Autoria própria (2019).

4.1.5 Método de Aprendizagem

Os 47 docentes que seguiram respondendo à pesquisa, conforme mencionado anteriormente, também selecionaram qual seria, na opinião deles, o melhor método de aprendizagem da ferramenta. Atenta-se para o fato de que, até o momento da pesquisa, não havia nenhuma disciplina específica oferecida pela Universidade sobre planilhas eletrônicas.

Porém, descobriu-se, ao longo da aplicação dos questionários, que seria oferecido um curso de difusão pela Comissão de Cultura e Extensão da Universidade. Como um dos docentes respondentes viabilizou tal curso, sua resposta foi considerada, mesmo não constando no questionário. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 3 - Resultados obtidos sobre a opinião dos docentes em relação ao melhor método de aprendizagem de planilhas eletrônicas e suas respectivas porcentagens em relação ao total de docentes considerados.

| Método de Aprendizagem | Nº Docentes | % Total de Docentes Considerados |
|--|--------------------|---|
| Cursos extracurriculares específicos (não oferecidos pela faculdade) | 10 | 21,3% |
| Disciplina obrigatória | 6 | 12,8% |
| Disciplina optativa | 14 | 29,8% |
| Na própria disciplina que utiliza a ferramenta | 8 | 17,0% |
| Por conta própria | 8 | 17,0% |
| Não há necessidade de aprenderem | 0 | 0,0% |
| *Curso de difusão | 1 | 2,1% |
| Total de Docentes | 47 | 100,0% |

Fonte: Autoria própria (2019).

Nota-se que a visão de que os estudantes deveriam aprender o uso da ferramenta através de disciplina optativa foi a mais recorrente. Entretanto, há uma divisão nítida de opiniões em relação a este quesito. Isto, talvez, pelo fato de os docentes acreditarem que a melhor forma de aprendizado, na verdade, corresponde a uma combinação de dois ou mais métodos, como, por exemplo, realizando um curso extracurricular e assistindo vídeo aulas por conta própria. Outra hipótese é que os professores não acreditam ser possível eleger o melhor método, pois isto varia conforme o perfil do aluno. Observações estas ditas por alguns docentes durante a pesquisa.

Por outro lado, analisando sob a perspectiva de a responsabilidade deste aprendizado/ensino ser do aluno (cursos extracurriculares e por conta própria) em comparação à responsabilidade atribuída à faculdade (disciplinas obrigatória, optativa e que utilizam a ferramenta e curso de difusão), pode-se, então, observar que 38,3% dos docentes acreditam ser do aluno e 61,7% da Universidade.

4.1.6 Cálculo do Erro Amostral

Anteriormente à aplicação dos questionários, calculou-se o tamanho de amostra mínima (n), considerando um erro amostral de 10%, grau de confiabilidade de 95% e proporção populacional de sucessos de 0,5, conforme item 2.2.1. Encontrou-se o valor de respondentes necessários equivalente a 58 docentes. Mínimo este obtido e superado, com o total de 82 respostas.

Com o tamanho real da amostra, é possível, então, calcular o real erro amostral da pesquisa através da equação 3. Porém, deve-se fazer três considerações:

- a) Após a aplicação do questionário, a população considerada passou a corresponder a 138 docentes, como já explicado anteriormente.
- b) A proporção amostral de sucesso, \hat{p} , corresponde ao número de docentes que utilizam planilhas eletrônicas (34) em relação ao total de respondentes (82). Assim, tem-se $\hat{p} = 0,415$ aproximadamente.
- c) A proporção amostral de docentes que não usam a ferramenta, \hat{q} , é igual a 0,585.

$$\varepsilon = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{(N-n) \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}}{(N-1) \cdot n}} \quad (3)$$

Assim, o erro amostral do questionário foi de 6,82%, inferior ao erro inicial considerado.

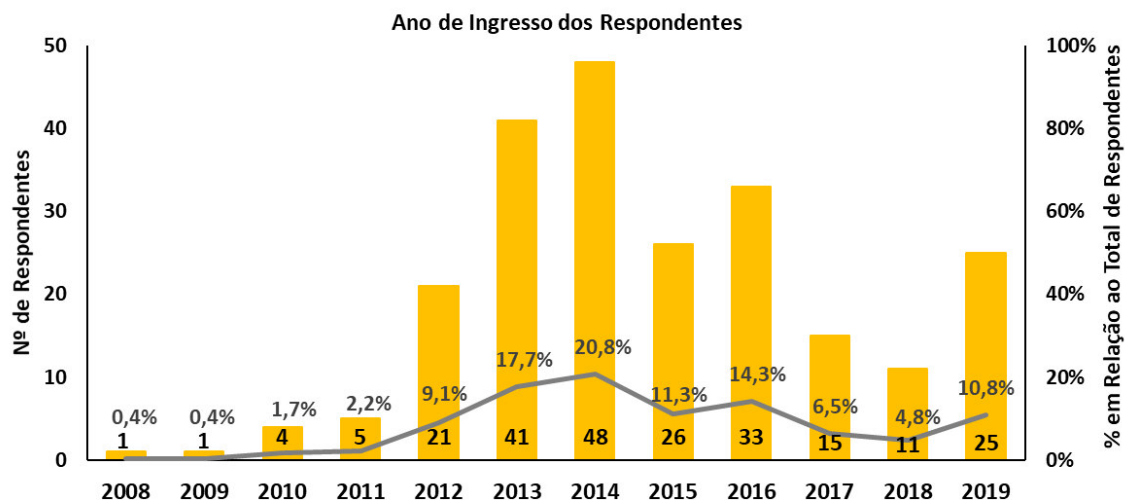
4.2 ESTUDANTES

4.2.1 Perfil dos Respondentes

O formulário *online* foi respondido por alunos que atualmente cursam engenharia na EEL e alunos já formados na mesma universidade, totalizando 231 respostas.

A faixa de ano de ingresso na faculdade ficou em 11 anos, de 2008 a 2019, distribuídas conforme Figura 15. O número de respostas concentrou-se no período de 2012 a 2016, somando 73,2% destas. Uma possível explicação pode estar relacionada ao fato desses estudantes estarem em maior contato com planilhas eletrônicas por já estarem inseridos no mercado de trabalho ou em busca de um primeiro estágio e, ao mesmo tempo, mais interessados em temas sobre o ensino de engenharia.

Figura 15 – Frequência de respondentes em relação ao ano de ingresso na universidade.

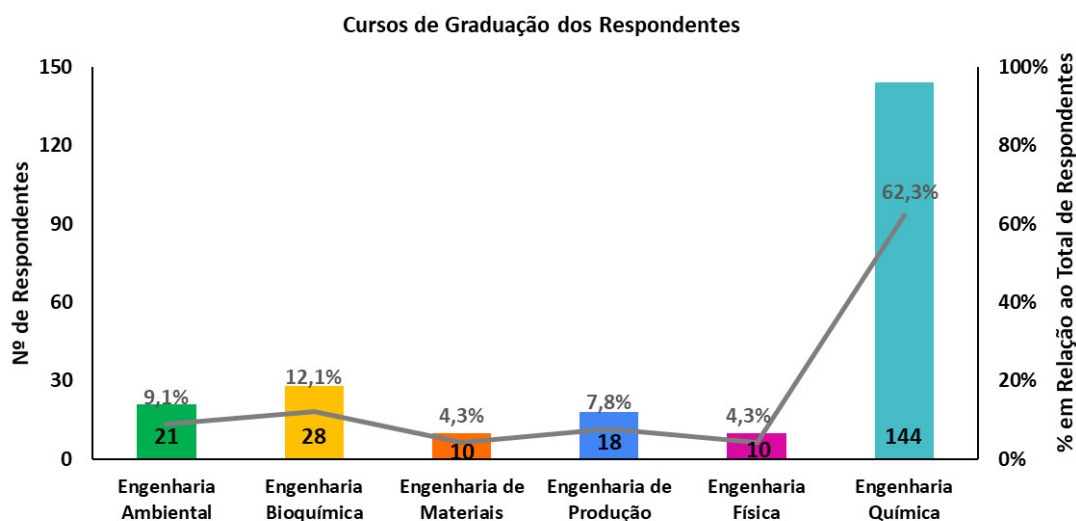


Fonte: Autoria própria (2019).

Em relação ao curso de graduação dos participantes, observou-se que 62,3% corresponde somente à Engenharia Química (Diurna, Noturna e Industrial), como já era esperado, uma vez que este curso possui maior número de vagas ofertadas. A Figura 16 ilustra o número de respostas para cada área.

Pode-se notar também que Engenharia Bioquímica e Engenharia Ambiental seguem na sequência de cursos com mais respondentes, 28 e 21, respectivamente.

Figura 16 – Frequência de respondentes em relação ao curso de graduação.



Fonte: Autoria própria (2019).

4.2.2 Frequência de Uso de Planilhas Eletrônicas

Os alunos foram questionados, primeiramente, sobre o uso de planilhas eletrônicas em disciplinas durante a graduação. Do total da amostra, 85,3% disseram já ter utilizado a ferramenta em, no mínimo, uma matéria e apenas 14,7% afirmaram o oposto.

Tabela 4 - Frequências de respostas em relação ao uso de planilhas eletrônicas durante à graduação e suas porcentagens em relação ao total de respondentes.

| Descrição das Respostas | Nº Respondentes | % em Relação ao Total de Respondentes |
|--|-----------------|---------------------------------------|
| Alunos que <u>nunca</u> utilizaram planilhas eletrônicas | 34 | 14,7% |
| Alunos que utilizaram planilhas eletrônicas em, pelo menos, uma disciplina | 197 | 85,3% |
| Total de Respondentes | 231 | 100,0% |

Fonte: Autoria Própria (2019).

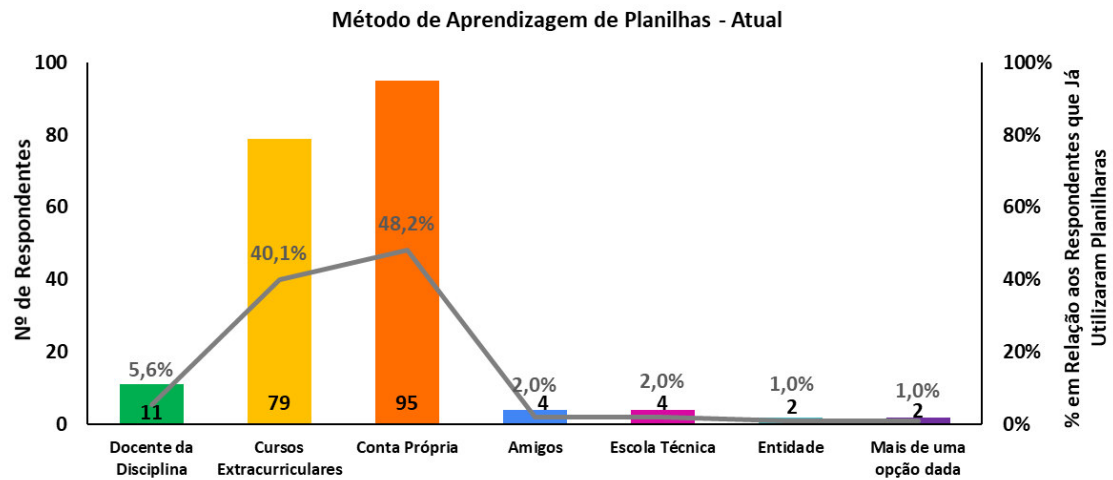
4.2.3 Método de Aprendizagem

Em seguida, aos 197 respondentes que já utilizaram planilhas eletrônicas em alguma disciplina, questionou-se de que forma aprenderam sobre tal ferramenta. As opções dadas correspondiam a aprender: com o docente da disciplina; em cursos extracurriculares (não oferecidos pela faculdade); por conta própria ou de outra forma.

Através da Figura 17, observa-se que a maior porcentagem dos alunos aprendeu por conta própria, com 48,2%, seguido pelos cursos extracurriculares com 40,1%. Em contrapartida, apenas 5,6% dos alunos responderam que aprenderam com os professores. Ainda, 2 participantes relataram que o aprendizado se deu pelos três métodos.

Além disso, as alternativas dadas como “outros” foram em relação ao ensino de planilhas por colegas, em entidades da faculdade ou em escolas técnicas (anteriores à graduação).

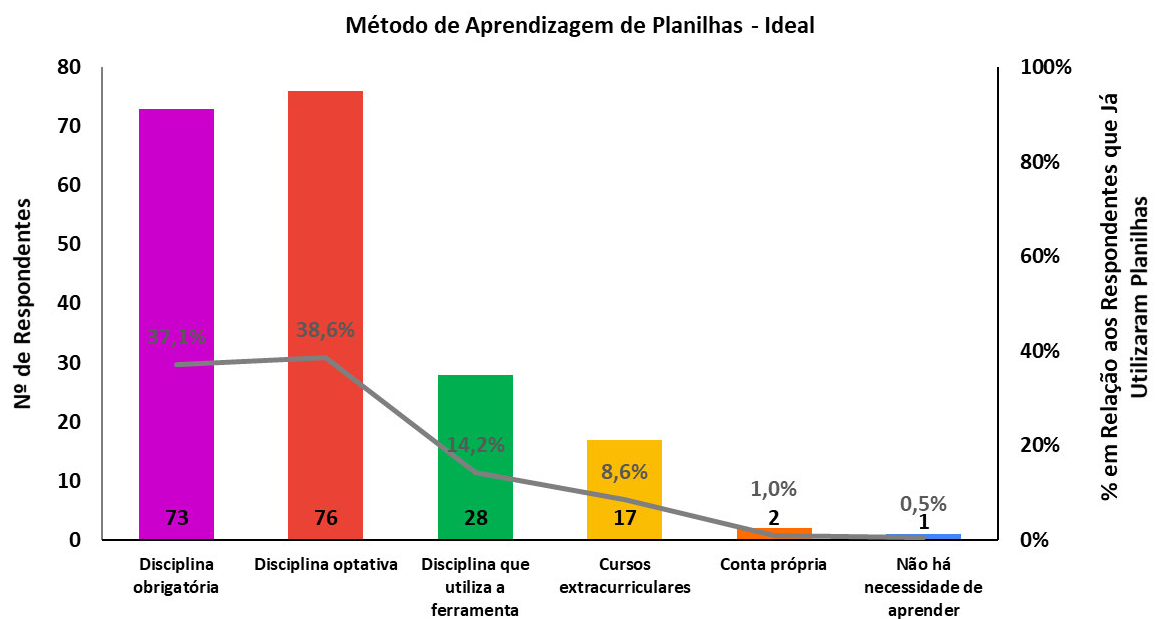
Figura 17 – Frequência de respondentes em relação ao modo de como aprenderam sobre planilhas eletrônicas.



Fonte: Autoria própria (2019).

Estes mesmos alunos também foram questionados sobre suas opiniões em relação a melhor maneira de aprender a utilizar planilhas eletrônicas dentre as opções: (I) como disciplina obrigatória, (II) como disciplina optativa, (III) na própria disciplina que utiliza a ferramenta; (IV) em cursos extracurriculares específicos (não oferecidos pela faculdade), (V) por conta própria e (VI) não há necessidade de aprendermos.

Figura 18 – Frequência de respondentes em relação ao modo de aprendizado de planilhas eletrônicas considerado ideal.



Fonte: Autoria própria (2019).

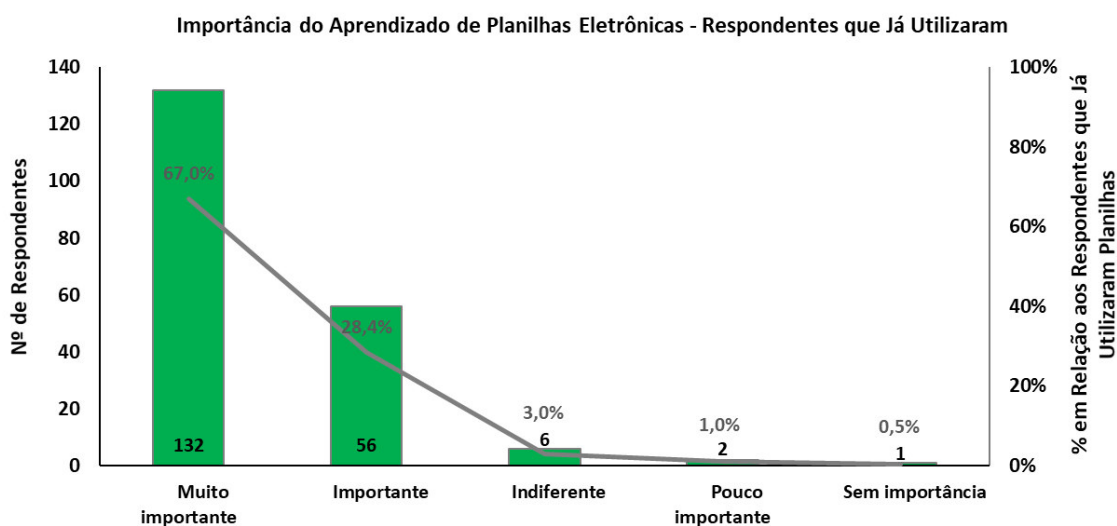
Como pode-se notar na Figura 18, as respostas foram contrastantes com as respostas da pergunta anterior, isto é, os estudantes aprenderam, em sua maioria, por conta própria ou em cursos extracurriculares, porém acreditam que deveriam aprender, de forma geral, em matérias na universidade. Tem-se que 89,9% dos alunos pensam que as planilhas eletrônicas deveriam ser ensinadas como disciplina obrigatória, disciplina optativa ou na disciplina que as utiliza.

4.2.4 Importância de Planilhas Eletrônicas para o Aprendizado da Disciplina

Analogamente à pergunta aos docentes, perguntou-se aos estudantes sobre a importância do uso de planilhas eletrônicas para o aprendizado das disciplinas, seguindo a escala: muito importante, importante, indiferente, pouco importante ou sem importância.

Primeiro, considerando apenas as opiniões daqueles que já utilizaram planilhas na graduação, tem-se que 67,0% acreditam que a ferramenta é muito importante para o aprendizado da disciplina e 28,4%, importante. Enquanto, 4,6% acreditam ser indiferente, pouco importante ou sem importância.

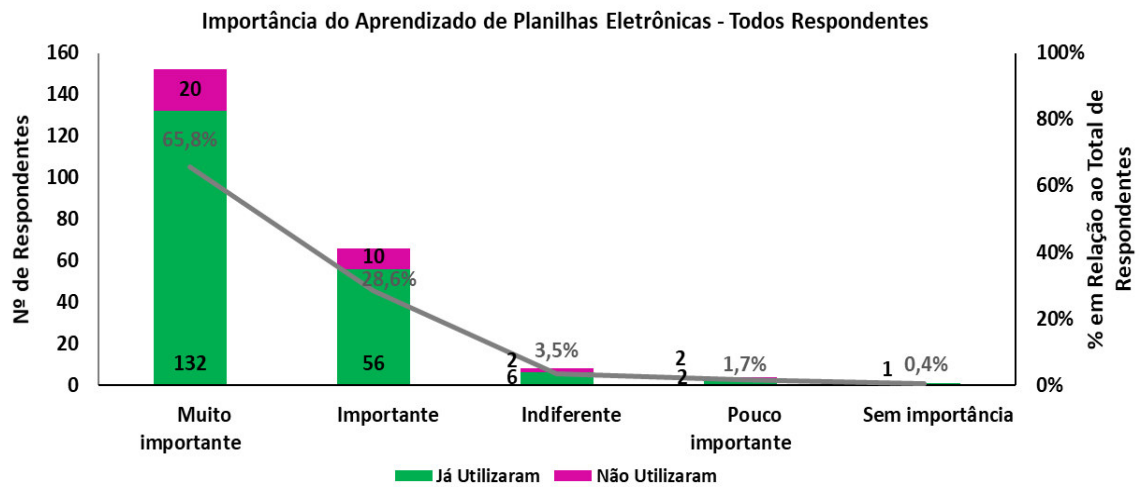
Figura 19 – Frequência de respostas em relação à importância do aprendizado sobre planilhas eletrônicas, considerando apenas os respondentes que já utilizaram a ferramenta na graduação.



Fonte: Autoria própria (2019).

Considerando o ponto de vista de todos os respondentes, há uma pequena variação destas porcentagens, porém seguindo a mesma linha de opinião, conforme ilustrado na Figura 20.

Figura 20 – Frequência de respostas em relação à importância do aprendizado sobre planilhas eletrônicas, considerando todos os respondentes (já utilizaram e não utilizaram a ferramenta na graduação).



Fonte: Autoria própria (2019).

4.2.5 Mercado de Trabalho

Visando compreender a necessidade de conhecimento de planilhas eletrônicas devido aos requisitos das vagas no mercado de trabalho para estudantes de engenharia e engenheiros já formados na EEL, foram aplicadas três perguntas:

- a) se estavam inseridos no mercado de trabalho (estágio ou emprego efetivo);
- b) com qual frequência utilizavam planilhas eletrônicas no trabalho;
- c) se o domínio da ferramenta aumentava a competitividade no mercado de trabalho.

Assim, obteve-se que 129 respondentes (55,8%) já estavam inseridos no mercado de trabalho, detalhado na Tabela 5.

Além disso, a Tabela 6 apresentam o número de respondentes em relação a cada categoria de frequência de utilização de planilhas por pessoas que estagiam ou possuem emprego efetivo e a Tabela 7, as opiniões em relação a competitividade no mercado de trabalho por possuir conhecimento em planilhas eletrônicas.

Tabela 5 - Número de alunos de acordo com a sua inserção ou não no mercado de trabalho e suas respectivas porcentagens em relação ao total de respondentes.

| Descrição | Nº Respondentes | % em Relação ao Total de Respondentes |
|---|-----------------|---------------------------------------|
| Estudantes que nunca realizaram estágio e nem tiveram emprego efetivo | 102 | 44,2% |
| Estudantes que já realizaram ou realizam estágio | 79 | 34,2% |
| Estudantes que já tiveram ou tem emprego efetivo | 50 | 21,6% |
| Total de Respondentes | 231 | 100,0% |

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 6 - Frequência do uso de planilhas eletrônicas pelos alunos em seus respectivos estágios ou empregos efetivos e porcentagens em relação ao total desta categoria.

| Frequência de Utilização | Nº Respondentes | % em Relação ao Total da Categoria |
|---|-----------------|------------------------------------|
| Sempre (todos os dias) | 104 | 80,6% |
| Frequentemente (2 a 3 vezes por semana) | 17 | 13,2% |
| Ocasionalmente (1 vez por semana) | 5 | 3,9% |
| Raramente (até 2 vezes no mês) | 2 | 1,5% |
| Nunca | 1 | 0,8% |
| Total de Respondentes Inseridos no Mercado de Trabalho | 129 | 100,0% |

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 7 - Número de alunos que concordam ou discordam da afirmação “O domínio de planilhas eletrônicas aumenta minha competitividade no mercado de trabalho” e suas porcentagens em relação ao total desta categoria.

| Concordância/Discordância com a Afirmação | Nº Respondentes | % em Relação ao Total da Categoria |
|---|-----------------|------------------------------------|
| Concordo totalmente | 107 | 82,9% |
| Concordo parcialmente | 20 | 15,5% |
| Não concordo e nem discordo | 1 | 0,8% |
| Discordo parcialmente | 0 | 0,0% |
| Discordo totalmente | 1 | 0,8% |
| Total de Respondentes Inseridos no Mercado de Trabalho | 129 | 100,0% |

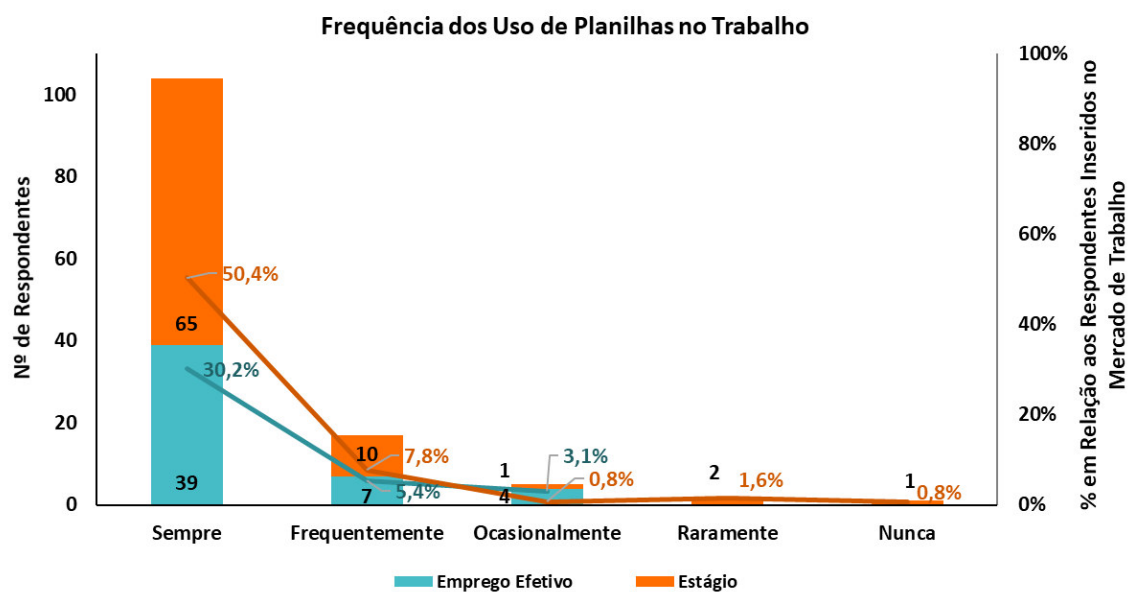
Fonte: Autoria própria (2019).

Analisando sob uma perspectiva mais detalhada, tem-se, pela Figura 22, que 46 dos 50 respondentes que já possuíram ou possuem contrato efetivo em uma empresa utilizam

planilhas eletrônicas 2 vezes na semana ou mais (frequentemente e sempre). Isto equivale a 92% das pessoas efetivadas. De forma semelhante, 94,9% dos alunos que realizam ou já realizaram estágio também fazem uso da ferramenta na mesma frequência.

Além disso, apenas 4 engenheiros e 1 estudante usam o recurso 1 vez por semana. E 3 alunos não utilizam ou utilizam raramente. Isto evidencia que, para a maioria das vagas em que eles estão inseridos, as planilhas eletrônicas se fazem um requisito.

Figura 21 – Frequência do uso de planilhas eletrônicas pelos respondentes que já tiveram estágio ou emprego efetivo.

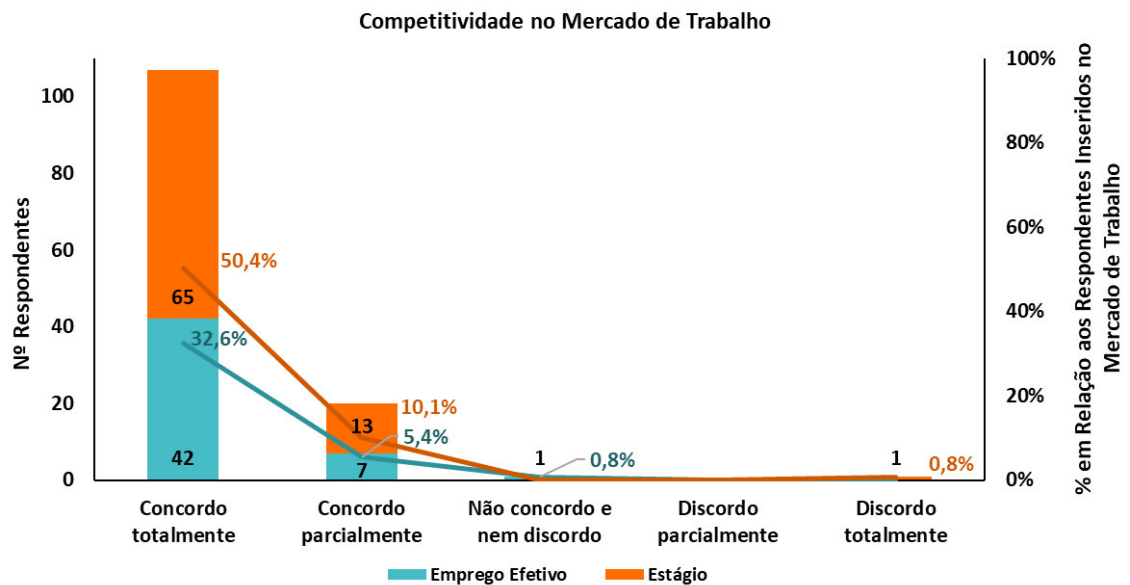


Fonte: Autoria própria (2019).

Em relação à competitividade no mercado de trabalho, observa-se que 42 respondentes que já tiveram ou têm emprego efetivo concordam totalmente que o domínio de planilhas aumenta sua competitividade e 7, concordam parcialmente. Apenas 1 manteve-se neutro.

Dos estudantes que fizeram ou fazem estágio, sabe-se que 65 acreditam totalmente na afirmação e 13 acreditam parcialmente. Enquanto, 1 discorda totalmente, explicado pelo fato de que é o mesmo aluno que nunca utiliza planilha eletrônica.

Figura 22 – Frequência de respostas em relação ao aumento da competitividade no mercado de trabalho devido ao domínio de planilhas eletrônicas.



Fonte: Autoria própria (2019).

4.2.6 Cálculo do Erro Amostral

Analogamente ao questionário dos professores, calculou-se o tamanho de amostra mínima (n), considerando um erro amostral de 10%, grau de confiabilidade de 95% e proporção populacional de sucessos de 0,5. A quantidade mínima encontrada de alunos respondentes foi de 97. Como já mencionado anteriormente, o total de respostas foi de 231.

Com o tamanho real da amostra, é possível, então, calcular o real erro amostral da pesquisa através da equação 4, considerando-se:

- A proporção amostral de sucesso, \hat{p} , corresponde ao número de alunos que já utilizaram planilhas eletrônicas durante a graduação (197) em relação ao total de respondentes (231). Assim, tem-se $\hat{p} = 0,853$ aproximadamente.
- A para proporção amostral de docentes que não usam a ferramenta, \hat{q} , é igual a 0,147.

$$\varepsilon = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p} \cdot \hat{q}}{n}} \quad (4)$$

O erro amostral foi de 4,57%, também inferior ao erro inicial considerado.

Sob outro ponto de análise, em que o grupo desejado refere-se aos respondentes que já utilizaram planilhas durante a graduação e no trabalho, equivalente a 118 pessoas, temos que: $\hat{p} = 0,511$ e $\hat{q} = 0,489$. Com isso, o erro amostral torna-se de 8,33%. Ainda melhor que os 10% inicial, porém muito superior ao erro anterior.

4.3 DISCUSSÃO

Dados todos os resultados apresentados, há 4 tópicos que devem ser destacados.

O primeiro deles é o baixo percentual de docentes da Escola de Engenharia de Lorena que fazem o uso de planilhas eletrônicas em suas aulas, equivalente a apenas 24,6% dos respondentes. Ou seja, a grande maioria dos professores ainda não as considera como uma ferramenta com potencial de aprimorar o ensino das disciplinas e formar engenheiros mais bem preparados para situações reais de empresas.

Ainda é possível comparar o total de disciplinas em que o *software* é aplicado, 46, ao total de 356 disciplinas distintas oferecidas pelos cinco cursos (obrigatórias e optativas). Deve-se considerar também o fato de que as disciplinas listadas pelos respondentes se repetem e que, geralmente, um mesmo docente leciona duas matérias que utilizam planilhas eletrônicas.

A justificativa mais citada por eles foi que os conteúdos da disciplina em questão não possibilitavam o uso de planilhas. Entretanto, existem divergências em relação a isto. Por exemplo, para uma mesma disciplina, um professor utilizou esta justificativa, enquanto outro disse ser possível a utilização de planilhas ou que já as utiliza. Fato observado com 6 disciplinas distintas: Cálculo I, Cálculo II, Física Experimental I, Química Geral II, Fenômenos de Transporte I e Operações Unitárias I.

Outra divergência é que existem matérias cujo conteúdo listado na ementa possibilita sim a aplicação de planilhas, como ilustrado na própria revisão bibliográfica deste trabalho. Um exemplo seria Contabilidade e Custos, em que se aborda sobre análise de custo, taxa interna de retorno e lucratividade, em paralelo ao item 3.2.2 de Finanças sobre a análise de rentabilidade de um investimento. Outro exemplo seria a disciplina de Química Geral I, que estuda cálculos estequiométricos e reagentes limitantes, da mesma forma como ilustrado por Rubin e Abrams (2015) no item 3.1.5.

Pode-se dizer que todos estes fatos citados são reflexos de problemas conhecidos dentro da universidade. As divergências entre uma mesma disciplina estão ligadas diretamente à não padronização de conteúdo que deve ser abordado em sala e à falta de consenso entre os professores da disciplina em relação ao que é prioritário ou não dentro toda a ementa. Já a não aplicação de planilhas em matérias que seria possível, pode ser relacionada ao fato de que muitos docentes ainda seguem uma metodologia expositiva e teórica, não buscando oportunidades de aplicações práticas para o conteúdo, e de que outros não procuram se atualizar e inovar academicamente e tecnologicamente.

O segundo tópico a ser destacado refere-se à visão de docentes e alunos quanto a importância de planilhas eletrônicas no aprendizado da disciplina. A maioria dos respondentes dos dois grupos concorda que a ferramenta é muito importante ou importante para o aprendizado da matéria. Entretanto, destaca-se que esta visão representa a opinião de professores que já aplicam ou enxergam possíveis aplicações de planilhas. Atenta-se também para o fato de que isto corresponde ao ponto de vista de apenas 41 docentes, menos de 30% do total do corpo docente da EEL. Ou seja, possivelmente, os demais docentes consideram a ferramenta irrelevante e por isso acabam não utilizando e não visualizando oportunidades.

Já para os estudantes e engenheiros formados da EEL, a expressividade da opinião sobre a importância de planilhas é muito maior. Pouco mais de 94% do total de 231 respondentes consideram muito importante ou importante. Ressalta-se também que é um ponto de vista compartilhado entre alunos e ex-alunos da universidade, ou seja, pessoas que possuem experiências distintas por estarem em períodos da graduação diferentes e vivenciado cenários variados.

A terceira análise a ser levantada está relacionada à forma como as planilhas eletrônicas deveriam ser estudadas. Apesar de hoje os alunos aprenderem, em sua grande maioria, por conta própria ou em cursos extracurriculares não oferecidos pela faculdade, tanto eles, como os educadores concordam que o ideal seria aprenderem dentro da universidade. Isto é, deveriam estudar na disciplina que utiliza a ferramenta, como disciplina obrigatória ou disciplina optativa. Em geral, pode-se dizer que estudantes e docentes acreditam que é de responsabilidade da Universidade proporcionar todas as ferramentas necessárias para que o aluno aprenda sobre planilhas eletrônicas e não tenha que fazê-lo por conta própria.

Por fim, deve-se ressaltar os dados obtidos referentes à cobrança do mercado de trabalho em relação ao conhecimento de planilhas. Em quase sua totalidade, os respondentes já inseridos no mercado (129) disseram que utilizam ou utilizaram a ferramenta na vaga em que ocupam ou ocuparam. Ainda 80% afirmaram usar todos os dias e 82% concordam que entender sobre planilhas aumentou a sua competitividade. Ou seja, é uma realidade que as empresas cada vez mais possuem como requisito básico o domínio da ferramenta. O que vai ao encontro com a pesquisa da Fundação Getúlio Vargas que levantou que 2.419 empresas das 2.602 participantes fazem uso do Excel.

5 CONCLUSÃO

Todo estudo apresentado demonstra a extensa aplicabilidade que as planilhas eletrônicas em disciplinas dos cursos de engenharia, bem como no mercado de trabalho. Por isto, elas se tornam uma importante ferramenta a ser aprendida pelos estudantes de engenharia, em geral.

Assim, buscou-se compreender o cenário em que a Escola de Engenharia de Lorena se encontra neste aspecto. Com o questionário aplicado aos docentes, obteve-se 82 respostas e apenas 34 delas foram positivas em relação ao uso de planilhas eletrônicas em, pelo menos, uma disciplina. Número extremamente baixo quando analisado o total de 144 docentes na universidade.

Já com o questionário direcionado aos alunos da mesma instituição, obteve-se 231 respostas. Revelou-se que 85,3% já utilizaram planilhas eletrônicas em, ao menos, uma disciplina durante a graduação e 94,4% acredita que elas são muito importantes ou importantes para o aprendizado. Além disso, 129 indivíduos disseram estar inseridos no mercado de trabalho, sendo que 128 fazem ou fizeram o uso da ferramenta para realização de suas atividades.

Tais dados evidenciam o contraste entre o que é oferecido aos alunos em termos de oportunidades de aprendizado em comparação à necessidade do estudante durante a graduação e frente ao mercado.

Entretanto, docentes e alunos mostraram uma opinião em comum. Acreditam que a melhor forma do estudante aprender sobre as planilhas eletrônicas está entre a Universidade implementar na grade curricular uma disciplina obrigatória ou optativa específica para a ferramenta, a própria instituição ofertar cursos extracurriculares e os próprios docentes que aplicam planilhas ensinarem aos alunos. Assim, pode-se entender que a Universidade deve ter o papel mais importante, proporcionar os meios e ferramentas necessários aos alunos.

Visto isto, conclui-se que há uma necessidade urgente da universidade como um todo compreender que o ensino precisa ser atualizado e estar alinhado com o que é desejado pelo mercado de trabalho, engenheiros com conhecimento de ferramentas inteligentes, interdisciplinares e simples, como as planilhas eletrônicas.

REFERÊNCIAS

- ALIANE, N.; FERNANDEZ, J.; BEMPOSTA, S. A spreadsheet method for continuous-time model identification. **Measurement**, v. 46, n. 1, p. 680–687, jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2012.08.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224112003466>. Acesso em: 25 set. 2018.
- AZEVEDO, B. V. **Planejamento mestre da produção em empresa do ramo alimentício**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2012/pubs/planejamento-mestre-da-producao-em-empresa-do-ramo-alimenticio.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.
- BERTHEUSSEN, B. A. Power to business professors: Automatic grading of problem-solving tasks in a spreadsheet. **Journal of Accounting Education**, v. 32, n. 1, p. 76–87, mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2014.01.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0748575114000037>. Acesso em: 21 out. 2018.
- CHERRI, A.; VIANNA, A.; BALBO, A.; BAPTISTA, E. **Métodos Numéricos Computacionais**. 2012. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012. Disponível em: <http://wwwp.fc.unesp.br/~adriana/Numerico/Introducao.pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.
- COSTA, E. F.; NASCIMENTO, R. N. do. **Gestão da Qualidade: A Qualidade como fator de Competitividade e Satisfação do Cliente**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração de Empresas) - Centro Universitário Herminio Ometto de Araras, Araras, 2011. Disponível em: https://www.senaispeditora.com.br/media/tcc/RENATO_NUNES_DO_NASCIMENTO.pdf. Acesso em: 1 out. 2018.
- DJAMILA, H. Excel spreadsheet in teaching numerical methods. **Journal of Physics**, v. 890, n. 1, p. 1–7, 2017. DOI: 10.1088/1742-6596/890/1/012093. Disponível em: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/890/1/012093/pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.
- DUAN, Y.; CAO, G.; EDWARDS, J. S. Understanding the impact of business analytics on innovation. **European Journal of Operational Research**, v. 281, n 3, p. 673 - 686, jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.06.021>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221718305447>. Acesso em: 18

out. 2018.

ESTENDER, A. C.; SEQUEIRA, G. R.; SIQUEIRA, N. A. dos S.; CANDIDO, G. J. A Importância do Planejamento e Controle de Produção. *In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade*, 6, 2017, São Paulo. Anais do VI SINGEP. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://singep.org.br/6singep/resultado/422.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.

FORMBY, S. K.; MEDLIN, D.; ELLINGTON, V. Microsoft Excel®: Is It An Important Job Skill for College Graduates? **Information Systems Education Journal (ISEDJ)**, v. 15, n. 3, p. 55-63, maio 2017. Disponível em: <http://iscap.info>. Acesso em: 20 set. 2018.

GAJEWSKI, R. Spreadsheet solutions of the one-dimensional cutting stock problem. *In: R-S-P Seminar*, 26, 2017, Warsaw. **MATEC Web of Conferences**. Warsaw: EDP Sciences, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711700050>. Disponível em: https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/31/mateconf_rsp2017_00050.pdf. Acesso em: 17 out. 2018.

GALASSI, G.; MATTESSICH, R. V. Some Clarification to the Evolution of the Electronic Spreadsheet. **Journal of Emerging Technologies**, v. 11, n. 1, p. 99-104, dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.2308/jeta-51114>. Disponível em: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=108596962&S=R&D=bth&EbscoContent=dGJyMNHr7ESeqLE40dvuOLCmr1Cep7BSr6m4SrKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGuskqvrq5JuePfgeyx44Dt6fIA>. Acesso em: 14 set. 2018.

GREGOROWICZ, P.; HEGJI, C. E. Teaching International Trade and Finance Using Computer Spreadsheets. **The American Economist**, v. 44, n. 2, p. 46–50, 2000. Disponível em:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=79bb411e-693c-41ad-be2b-ba01d41e17ee%40sessionmgr103>. Acesso em: 21 out. 2018.

HILL, A.; HILL, M. M. **A Construção de Um Questionário**. Dinâmia Working Paper n. 11. 1998. Disponível em:

https://repositorio.iscteuiul.pt/bitstream/10071/469/4/DINAMIA_WP_1998-11.pdf. Acesso em: 20 out. 2018

HUNT, N. Individualized Statistics Coursework Using Spreadsheets. **Teaching Statistics**, v. 29, n. 2, p. 38–43, 1 jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2007.00254.x> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1467-9639.2007.00254.x>. Acesso em: 20 out. 2018.

JINPING, L. Excel under the information technology application in financial management

research. *In: Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*, 29, 2017, Chongqing. Chongqing: IEEE, 2017, p. 2575-2578. DOI: 10.1109/CCDC.2017.7978948. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7978948/>. Acesso em: 1 out. 2018.

JOIA, L. A.; VINHAIS, J. C. dos S. From closed source to open source software: Analysis of the migration process to Open Office. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 28, n. 2, p. 261–272, jan. 2017. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.hitech.2017.10.008>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1047831017300494#bb0035>. Acesso em: 14 set. 2018.

JUNIOR, J. A. S. **Auditoria Interna do Sistema de Gestão da Qualidade em Indústrias: Desafios Básicos**. 2014. Projeto Técnico (Especialista em Gestão da

Qualidade) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em:

[https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40887/R - E - JOAO AQUILINO SCHMITT JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40887/R_-_E_-_JOAO_AQUILINO_SCHMITT_JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 1 out. 2018.

KEUSCH, F.; TING, Y. THE EFFECTS OF THE DIRECTION OF RATING SCALES ON SURVEY RESPONSES IN A TELEPHONE SURVEY. **Public Opinion Quarterly**, v. 79, n. 1, p. 145–165, 2015. DOI: 10.1093/poq/nfu062. Disponível em:

<https://academic.oup.com/poq/article/79/1/145/2330061>. Acesso em: 20 out. 2018.

LAGRANGE, J.B.; ERDOGAN, E. O. Teachers' emergent goals in spreadsheet-based lessons: analyzing the complexity of technology integration. **Educational Studies in Mathematics**, v. 71, p. 65–84, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9160-2>.

Disponível em:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=a2ba6861-3949-4aea-a801-5853aadd1034%40sessionmgr4008>. Acesso em: 10 out. 2018.

LANTUSHENKO, V.; LIPTON, A. F.; ERKIS, T. Teaching basic spreadsheet skills with peer tutoring. **Managerial Finance**, v. 44, n. 7, p. 885–901, 9 jul. 2018. DOI:

10.1108/MF-06-2017-0234. Disponível em:

<https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/MF-06-2017-0234>. Acesso em: 20 set. 2018.

LI, G.; SUN, Z.; JEE, Y. The more technology the better? A comparison of teacher-student interaction in high and low technology use elementary EFL classrooms in China. **System**, v. 84, p. 24–40, ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.system.2019.05.003>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0346251X19300223?via%3Dihub>. Acesso em: 09 jan. 2020.

LOYSON, P. Teaching kinetics using Excel. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 9,

p. 998, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed1005739>. Disponível em:

https://pubs.acs.org/doi/suppl/10.1021/ed1005739/suppl_file/ed1005739_si_001.pdf.

Acesso em: 21 out. 2018.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2003. 310 p.

MARINO, L. H. F. de C. Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial. *In*: SIMPEP, 13, 2006, Bauru. **Anais do XIII SIMPEP**. Bauru: UNESP, 2006. Disponível em:

http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/598.pdf>. Acesso em: 1 out. 2018.

MEIRELLES, F. S. **30ª Pesquisa Anual do Uso de TI nas Empresas**. 2019, FGV.

Disponível em: www.fgv.br/cia/pesquisa. Acesso em: 15 nov. 2019.

MELEGA, G. M.; ARAUJO, S. A. de; JANS, R. Classification and Literature Review of Integrated Lot-Sizing and Cutting Stock Problems. **European Journal of Operational Research**, v. 271, n 1, p. 1-19, nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.01.002>.

Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/esicup/>. Acesso em: 17 out. 2018.

OGGIER, C.; FRAGNIÈRE, E.; STUBY, J. Nestlé improves its financial reporting with management science. **Interfaces**, v. 35, n. 4, p. 271–280, 2005. DOI:

10.1287/inte.1050.0148. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/220249852_Nestle_Improves_Its_Financial_Reporting_with_Management_Science. Acesso em: 17 out. 2018.

PEMBERTON, J. D.; ROBSON, A. J. Spreadsheets in business. **Industrial Management and Data Systems**, v. 100, n. 8, p. 379–388, 2000. DOI:

<https://doi.org/10.1108/02635570010353938>. Disponível em:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02635570010353938/full/html>.

Acesso em: 15 out. 2018.

PONGPATTRACHAI, D.; CRAGG, P.; FISHER, R. IT infusion within the audit process: Spreadsheet use in small audit firms. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 15, n. 1, p. 26–46, mar. 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.accinf.2013.03.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467089513000158#bb0150>. Acesso em: 10 out. 2018.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. De. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Amburgo: Feevale, 2013.

- RUBIN, S. J.; ABRAMS, B. Teaching Fundamental Skills in Microsoft Excel to First-Year Students in Quantitative Analysis. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 11, p. 1840–1845, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00122>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/sharingguidelines>. Acesso em: 21 out. 2018.
- SCAFFIDI, C. **Spreadsheets and the Triumph of Usability over Optimality**. Institute for Software Research International practicum document, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2005. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.408.9973&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.
- SHITSUKA, R.; BOGHI, C.; SHITSUKA, D. M.; SHITSUKA, R. I. C. M.; SHITSUKA, C. D. W. M. Uso de planilhas eletrônicas no ensino de tomada de decisão em cursos superiores. **Exacta**, n. 3, p. 125–131, 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/810/81000313/>. Acesso em: 21 out. 2018.
- SILVA, F. I. da. **O Planejamento e Controle de Produção para uma Fábrica de Vacinas**. Dissertação (Mestrado em Logística) - PUC RIO, 2005. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp075339.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.
- SMITH, G. A. Using integrated spreadsheet modeling for supply chain analysis. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 8, n. 4, p. 285–290, 13 out. 2003. DOI: 10.1108/13598540310490044. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/13598540310490044>. Acesso em: 1 out. 2018.
- VIALI, L. Utilizando Planilhas e Simulação Para Modernizar o Ensino De Probabilidade e Estatística para os Cursos de Engenharia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 29, 2001, Porto Alegre. **Anais do XXIX Cobenge**. Porto Alegre: PUC - RS, 2001. Disponível em: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/mestrado/ante/literatura/artigos/planilhas/NTM061.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.
- VIEIRA, M. I. P.; LAUREANO, R. M. S.; PEDROSA, I. M. M. Monitoring performance through Dashboards. In: Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 13, 2018. Cáceres: IEEE Computer Society, 2018. DOI: 10.23919/CISTI.2018.8399476. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8399476>. Acesso em: 09 jan. 2020.
- WENG, L.; CHENG, C. Effects of response order on likert-type scales. **Education and Psychological Measurement**, v. 60, n. 6, p. 908–924, 2000. DOI:

10.1177/00131640021970989. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/258136214_Effects_of_Response_Order_on_Likert-Type_Scales. Acesso em: 10 out. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário impresso utilizado na pesquisa com docentes



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA - EEL

Aluna: Luisa Okuda

Curso: EQ

Orientador: Domingos Giordani

TCC II: QUESTIONÁRIO PLANILHAS ELETRÔNICAS

Instruções: Este formulário é direcionado a todos os docentes da EEL para o levantamento de informações sobre a utilização de planilhas eletrônicas nas disciplinas dos cursos de Engenharia, tema do meu TCC. Caso leccione ou já leccionou mais de 2 disciplinas, selecionar apenas as 2 matérias que mais se adequam ao tema do trabalho. As perguntas serão relacionadas a cada uma delas. Para responder, considere todas as planilhas eletrônicas: Excel, Google Sheets, Libre Office Calc, etc. Por favor, leia atentamente todas as opções antes de responder.

Perguntas:

2. Informe a(s) disciplina(s) que você leciona.

Disciplina 1:

Disciplina 2:

3. Nesta(s) disciplina(s), a planilha eletrônica é uma ferramenta utilizada pelos alunos?

Disciplina 1:

a) Não

b) Sim

Disciplina 2:

- a) Não
- b) Sim

Caso sua resposta para pergunta anterior seja “Não”, por favor, responda à pergunta 3.

- 4. Seria viável aplicar a ferramenta em sala de aula nesta(s) disciplinas(s)? Se não, selecione a opção que contemple o principal motivo para considerar inviável.**

Disciplina 1:

- a) Sim.
- b) Não, devido à limitação de conhecimento dos alunos sobre planilhas.
- c) Não, devido à limitação de recursos (salas de aula, computadores, Pacote Office etc.).
- d) Não, devido à limitação de tempo (duração das aulas, quantidade de conteúdo etc.).
- e) Não, devido à limitação pessoal (tempo disponível para elaborar novas aulas, domínio da ferramenta etc.).
- f) Não, devido à limitação pelo tipo de conteúdo da disciplina.
- g) Outros: _____

Disciplina 2:

- a) Sim.
- b) Não, devido à limitação de conhecimento dos alunos sobre planilhas.
- c) Não, devido à limitação de recursos (salas de aula, computadores, Pacote Office etc.).
- d) Não, devido à limitação de tempo (duração das aulas, quantidade de conteúdo etc.).
- e) Não, devido à limitação pessoal (tempo disponível para elaborar novas aulas, domínio da ferramenta etc.).
- f) Não, devido à limitação pelo tipo de conteúdo da disciplina.
- g) Outros: _____

Para respostas “Sim” na questão 2 ou A, B, C, D ou G na questão 3, por favor, responda as questões 4, 5, 6 e 7. Caso contrário (respostas E ou F), encerre por aqui.

Obrigada pela sua participação!

Considerando um cenário ideal, em que as limitações de conhecimento dos alunos, recursos, tempo, etc. não existissem, responda as próximas perguntas.

5. Cite, em poucas palavras, um exemplo da aplicação ou possível aplicação de planilhas eletrônicas nesta(s) disciplina(s).

Disciplina 1:

Disciplina 2:

6. Qual o nível de conhecimento necessário para que os alunos obtenham um bom desempenho na utilização de planilhas na(s) disciplina(s)?

Disciplina 1:

- a) Básico (Conceitos sobre células, linhas e colunas; formatações de textos e valores; fórmulas matemáticas básicas; funções como SOMA, MÉDIA, MÁXIMO, MÍNIMO, PROCV e PROCH; tabelas e gráficos simples).
- b) Intermediário (Formatações condicionais; funções condicionais, estatísticas avançadas, data e hora; tabelas e gráficos dinâmicos; planilhas múltiplas; exportação e importação de dados).
- c) Avançado (Combinação de funções; relacionar tabelas dinâmicas; Macro; VBA; ferramentas de hipóteses como Solver).

Disciplina 2:

- a) Básico (Conceitos sobre células, linhas e colunas; formatações de textos e valores; fórmulas matemáticas básicas; funções como SOMA, MÉDIA, MÁXIMO, MÍNIMO, PROCV e PROCH; tabelas e gráficos simples).
- b) Intermediário (Formatações condicionais; funções condicionais, estatísticas avançadas, data e hora; tabelas e gráficos dinâmicos; planilhas múltiplas; exportação e importação de dados).
- c) Avançado (Combinação de funções; relacionar tabelas dinâmicas; Macro; VBA; ferramentas de hipóteses como Solver).

7. Qual é/seria a importância do uso de planilhas eletrônicas para o aprendizado desta(s) disciplina(s) pelos alunos?

Disciplina 1:

- a) Sem importância
- b) Pouco importante
- c) Indiferente
- d) Importante
- e) Muito importante

Disciplina 2:

- a) Sem importância
- b) Pouco importante
- c) Indiferente
- d) Importante
- e) Muito importante

8. Para finalizar, na sua opinião, qual seria a melhor forma dos alunos aprenderem sobre planilhas eletrônicas?

Disciplinas 1 e 2:

- a) Em cursos extracurriculares específicos (não oferecidos pela faculdade).
- b) Como disciplina obrigatória.
- c) Como disciplina optativa.
- d) Na própria disciplina que utiliza a ferramenta
- e) Por conta própria
- f) Não há necessidade de aprenderem.

Muito obrigada pela sua participação!

APÊNDICE B – Questionário online (*Google Forms*) utilizado na pesquisa com docentes

Planilhas Eletrônicas

Este formulário é direcionado a todos os docentes da EEL para o levantamento de informações sobre a utilização de planilhas eletrônicas nas disciplinas dos cursos de Engenharia, tema do meu TCC. Caso leccione ou já leccionou mais de 2 disciplinas, selecionar apenas as 2 matérias que mais se adequam ao tema do trabalho. As perguntas serão relacionadas a cada uma delas. Para responder, considere todas as planilhas eletrônicas: Excel, Google Sheets, Libre Office Calc, etc. Por favor, leia atentamente todas as opções antes de responder.

Informe a disciplina que você leciona. *

Texto de resposta curta

Nesta disciplina, a planilha eletrônica é uma ferramenta utilizada pelos alunos? *

☐ Não

☐ Sim

Seria possível aplicar a ferramenta? Se não, selecione a opção que contemple o principal motivo * para considerar inviável.

☐ Sim.

☐ Não, devido à limitação de conhecimento dos alunos sobre a ferramenta.

☐ Não, devido à limitação de recursos (salas de aulas, computadores, Pacote Office, etc.).

☐ Não, devido à limitação de tempo (duração das aulas, quantidade de conteúdo, etc.).

☐ Não, devido à limitação pessoal (tempo disponível para elaborar novas aulas, domínio da ferramenta, etc.).

☐ Não, devido à limitação pelo tipo de conteúdo da disciplina.

☐ Outros...

Considerando um cenário ideal, em que as limitações de conhecimento dos alunos, recursos, tempo, etc. não existissem, responda as próximas perguntas.

Cite, em poucas palavras, um exemplo da aplicação ou possível aplicação de planilhas eletrônicas nesta disciplina. *

Texto de resposta longa

Qual o nível de conhecimento necessário para que os alunos obtenham um bom desempenho na utilização de planilhas? *

- ☐ Básico (Conceitos sobre células, linhas e colunas; formatações de textos e valores; fórmulas matemáticas...
- ☐ Intermediário (Formatações condicionais; funções condicionais, estatísticas avançadas, data e hora; tabel...
- ☐ Avançado (Combinação de funções; relacionar tabelas dinâmicas; Macro; VBA; ferramentas de hipóteses ...

Qual é / seria a importância do uso de planilhas eletrônicas para o aprendizado desta disciplina pelos alunos? *

- ☐ Sem importância
- ☐ Pouco importante
- ☐ Indiferente
- ☐ Importante
- ☐ Muito importante

Na sua opinião, qual seria a melhor forma dos alunos aprenderem sobre planilhas eletrônicas? *

- ☐ Em cursos extracurriculares específicos (não oferecidos pela faculdade).
- ☐ Como disciplina obrigatória.
- ☐ Como disciplina optativa.
- ☐ Na própria disciplina que utiliza a ferramenta.
- ☐ Por conta própria.
- ☐ Não há necessidade de aprenderem.

Há outra disciplina que leciona? *

- ☐ Não
- ☐ Sim

APÊNDICE C – Questionário *online* (*Google Forms*) utilizado na pesquisa com os alunos

Planilhas Eletrônicas

Este formulário é direcionado a todos os alunos e ex-alunos da EEL, para o levantamento de informações sobre a utilização de planilhas eletrônicas nos cursos de Engenharia e/ou como ferramenta no mercado de trabalho, tema do meu TCC.

Para responder, considere todas as planilhas eletrônicas: Excel, Google Sheets, Libre Office Calc, etc. Por favor, leia atentamente todas as opções antes de responder. Todas as respostas são anônimas.

Qual o seu ano de ingresso na EEL? *

Texto de resposta curta

Qual o seu curso? *

1. Engenharia Ambiental
2. Engenharia Bioquímica
3. Engenharia de Materiais
4. Engenharia de Produção
5. Engenharia Física
6. Engenharia Química (Diurno, Noturno ou Industrial)

Durante a sua graduação, já utilizou planilha eletrônica em alguma disciplina? *

OBS: Entenda "utilizar" como realizar desde contas simples a programar em VBA.

☐ Não

☐ Sim

De qual forma aprendeu sobre esta ferramenta? *

☐ Aprendi com o docente da disciplina.

☐ Aprendi em cursos extracurriculares (não oferecidos pela faculdade).

☐ Aprendi por conta própria.

☐ Outros...

Na sua opinião, qual seria a melhor forma dos alunos aprenderem sobre planilhas eletrônicas? *

- ☐ Em cursos extracurriculares específicos (não oferecidos pela faculdade).
- ☐ Como disciplina obrigatória.
- ☐ Como disciplina optativa.
- ☐ Na própria disciplina que utiliza a ferramenta.
- ☐ Por conta própria.
- ☐ Não há necessidade de aprendermos.

Qual a importância da aplicação de planilhas eletrônicas nas aulas para o aprendizado dos alunos? *

- ☐ Sem importância
- ☐ Pouco importante
- ☐ Indiferente
- ☐ Importante
- ☐ Muito importante

Para direcionar à seção seguinte, é necessário saber se já está inserido no mercado de trabalho. *

- 1. Não fiz estágio e não tenho emprego efetivo.
- 2. Fiz / faço estágio.
- 3. Tive / tenho emprego efetivo.

No seu estágio ou emprego, já utilizou ou utiliza planilhas? *

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente (até 2 vezes no mês)
- ☐ Ocasionalmente (1 vez por semana)
- ☐ Frequentemente (2 a 3 vezes por semana)
- ☐ Sempre (todos os dias)

O domínio de planilhas eletrônicas aumenta minha competitividade no mercado de trabalho. *
Selecione a opção que melhor representa sua opinião em relação à afirmação anterior.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Concordo totalmente

APÊNDICE D – Lista de disciplinas mencionadas por docentes e utilização de planilhas
(ordenada pelo código da disciplina)

| Código da Disciplina | Nome da Disciplina | Uso de Planilhas Eletrônicas |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 8800009 | Canto Coral I | Não |
| 8800010 | Canto Coral II | Não |
| LOB1003 | Cálculo I | Sim |
| LOB1003 | Cálculo I | Não |
| LOB1003 | Cálculo I | Não |
| LOB1004 | Cálculo II | Não |
| LOB1004 | Cálculo II | Sim |
| LOB1004 | Cálculo II | Não |
| LOB1004 | Cálculo II | Não |
| LOB1009 | Leitura e Interpretação De Desenho Técnico | Não |
| LOB1011 | Eletricidade Aplicada | Não |
| LOB1012 | Estatística | Sim |
| LOB1012 | Estatística | Não |
| LOB1012 | Estatística | Não |
| LOB1014 | Física Experimental I | Não |
| LOB1014 | Física Experimental I | Não |
| LOB1014 | Física Experimental I | Sim |
| LOB1016 | Física Experimental III | Não |
| LOB1016 | Física Experimental III | Não |
| LOB1017 | Física Experimental IV | Não |
| LOB1018 | Física I | Não |
| LOB1018 | Física I | Não |
| LOB1018 | Física I | Não |
| LOB1018 | Física I | Não |
| LOB1019 | Física II | Não |
| LOB1020 | Física III | Sim |
| LOB1021 | Física IV | Não |
| LOB1024 | Mecânica | Não |
| LOB1031 | Psicologia Organizacional e do Trabalho | Não |
| LOB1036 | Geometria Analítica | Não |
| LOB1036 | Geometria Analítica | Não |
| LOB1036 | Geometria Analítica | Não |
| LOB1045 | Leitura e Produção de Textos Acadêmicos | Não |
| LOB1049 | Estatística Multivariada | Não |
| LOB1056 | Introdução aos Métodos Numéricos e Computacionais | Sim |
| LOB1205 | Ecologia Básica | Não |
| LOB1206 | Solos I | Não |
| LOB1207 | Poluição Ambiental I | Não |
| LOB1213 | Climatologia Aplicada | Sim |
| LOB1214 | Sistemas de Informações Geográficas | Sim |
| LOB1223 | Trabalho de Graduação I | Sim |
| LOB1225 | Tratamento de Águas Residuárias | Não |
| LOB1232 | Licenciamento Ambiental | Não |
| LOB1235 | Impactos e Adequação Ambiental | Sim |
| LOB1236 | Ações Mitigadoras de Impactos Ambientais | Sim |
| LOM3005 | Diagrama de Fases | Não |
| LOM3015 | Termodinâmica de Materiais | Não |
| LOM3027 | Pirometalurgia | Não |
| LOM3036 | Propriedades Mecânicas | Não |
| LOM3037 | Química Inorgânica | Não |
| LOM3038 | Recursos Naturais | Não |
| LOM3043 | Seleção de Materiais | Não |

| | | |
|---------|--|-----|
| LOM3046 | Técnicas de Análise Microestrutural | Sim |
| LOM3047 | Técnicas de Análise Química | Sim |
| LOM3048 | Tecnologia de Vidros | Não |
| LOM3049 | Termodinâmica de Máquinas | Sim |
| LOM3072 | Hidrometalurgia | Não |
| LOM3073 | Processamento de Cerâmicas | Não |
| LOM3081 | Introdução à Mecânica dos Sólidos | Não |
| LOM3082 | Cerâmica Física | Não |
| LOM3086 | Laboratório de Engenharia de Materiais II | Sim |
| LOM3092 | Biomateriais | Não |
| LOM3094 | Solidificação de Metais | Não |
| LOM3096 | Propriedades Elétricas, Magnéticas, Térmicas e Ópticas | Não |
| LOM3202 | Circuitos Elétricos | Não |
| LOM3204 | Desenho Técnico e Projeto Assistido Por Computador | Sim |
| LOM3205 | Eletromagnetismo | Não |
| LOM3206 | Eletrônica | Sim |
| LOM3216 | Física do Meio Ambiente | Não |
| LOM3218 | Introdução à Engenharia Física | Não |
| LOM3226 | Mecânica Quântica | Não |
| LOM3227 | Métodos Computacionais da Física | Não |
| LOM3228 | Métodos Experimentais da Física I | Sim |
| LOM3230 | Métodos Experimentais da Física III | Não |
| LOM3236 | Processos de Fabricação | Sim |
| LOM3240 | Química Inorgânica Fundamental Aplicada | Não |
| LOM3253 | Física Matemática | Não |
| LOM3254 | Laboratório de Circuitos Elétricos | Não |
| LOM3259 | Materiais e Dispositivos Eletrônicos | Sim |
| LOQ4001 | Análise Instrumental | Sim |
| LOQ4002 | Reatores Químicos | Sim |
| LOQ4002 | Reatores Químicos | Não |
| LOQ4003 | Cinética Química Aplicada | Sim |
| LOQ4003 | Cinética Química Aplicada | Não |
| LOQ4010 | Introdução à Engenharia Química | Não |
| LOQ4013 | Modelagem e Simulação de Processos | Não |
| LOQ4015 | Operações Unitárias I | Não |
| LOQ4018 | Operações Unitárias II | Não |
| LOQ4023 | Processos Químicos Industriais II | Não |
| LOQ4030 | Química Geral Experimental I | Não |
| LOQ4031 | Química Geral I | Não |
| LOQ4031 | Química Geral I | Não |
| LOQ4031 | Química Geral I | Não |
| LOQ4031 | Química Geral I | Não |
| LOQ4032 | Química Geral II | Não |
| LOQ4032 | Química Geral II | Não |
| LOQ4032 | Química Geral II | Sim |
| LOQ4032 | Química Geral II | Não |
| LOQ4037 | Química Orgânica I | Não |
| LOQ4038 | Química Orgânica II | Não |
| LOQ4043 | Tubulações Industriais | Não |
| LOQ4044 | Introdução à Engenharia da Qualidade | Não |
| LOQ4050 | Engenharia Econômica | Sim |
| LOQ4055 | Química Inorgânica | Não |
| LOQ4056 | Química Analítica para Engenharia | Não |
| LOQ4060 | Laboratório de Engenharia Química | Sim |
| LOQ4060 | Laboratório de Engenharia Química I | Sim |
| LOQ4060 | Laboratório de Engenharia Química I | Sim |
| LOQ4060 | Laboratório de Engenharia Química I | Sim |
| LOQ4060 | Laboratório de Engenharia Química I | Sim |
| LOQ4061 | Laboratório de Engenharia Química II | Sim |

| | | |
|---------|--|-----|
| LOQ4062 | Laboratório de Engenharia Química III | Sim |
| LOQ4063 | Laboratório de Engenharia Química IV | Sim |
| LOQ4064 | Engenharia de Processos Químicos I | Sim |
| LOQ4075 | Projeto na Indústria Química | Não |
| LOQ4083 | Fenômenos de Transporte I | Não |
| LOQ4083 | Fenômenos de Transportes I | Sim |
| LOQ4084 | Fenômenos de Transporte II | Não |
| LOQ4085 | Operações Unitárias I | Sim |
| LOQ4085 | Operações Unitárias I | Não |
| LOQ4085 | Operações Unitárias I | Não |
| LOQ4087 | Termodinâmica Química Aplicada I | Sim |
| LOQ4088 | Termodinâmica Química Aplicada II | Sim |
| LOQ4095 | Química Geral Experimental | Não |
| LOQ4204 | Economia Geral | Não |
| LOQ4213 | Contabilidade e Custos | Não |
| LOQ4221 | Gestão de Projetos | Sim |
| LOQ4223 | Modelagem e Simulação de Sistemas | Sim |
| LOQ4233 | Gestão de Negócios | Sim |
| LOQ4234 | Empreendedorismo | Sim |
| LOQ4236 | Projeto Integrado de Engenharia de Produção I | Sim |
| LOT2004 | Bioquímica | Sim |
| LOT2004 | Bioquímica | Sim |
| LOT2005 | Bioquímica Experimental I | Sim |
| LOT2007 | Bioquímica I | Não |
| LOT2012 | Engenharia Ambiental | Não |
| LOT2013 | Engenharia Bioquímica I | Sim |
| LOT2015 | Engenharia Bioquímica II | Não |
| LOT2022 | Modelagem e Simulação de Processos Biotecnológicos | Sim |
| LOT2026 | Tecnologia de Alimentos | Não |
| LOT2028 | Tecnologia de Processos Fermentativos | Não |
| LOT2030 | Tecnologia de Conversão de Biomassa Vegetal | Não |
| LOT2035 | Tratamento Biológico de Efluentes | Não |
| LOT2036 | Química Bioinorgânica | Não |
| LOT2038 | Tecnologia de Bebidas | Sim |
| LOT2039 | Estrutura e Química de Materiais Lignocelulósicos | Não |
| LOT2040 | Engenharia Genética | Não |
| LOT2041 | Engenharia Bioquímica | Sim |
| LOT2045 | Biologia | Não |
| LOT2047 | Laboratório de Engenharia Bioquímica | Sim |
| LOT2049 | Genética e Biotecnologia Vegetal | Não |
| LOT2050 | Microbiologia Experimental | Não |
| LOT2051 | Tecnologia do Cultivo de Células Animais | Não |
| LOT2059 | Química Orgânica Fundamental | Não |

APÊNDICE E – Lista de disciplinas que não utilizam planilhas e fatores

| Código da Disciplina | Nome da Disciplina | Viabilidade/Inviabilidade do Uso de Planilhas e Fator |
|-----------------------------|--|--|
| LOB1012 | Estatística | Uso de Planilhas É Viável |
| LOB1016 | Física Experimental III | Uso de Planilhas É Viável |
| LOM3015 | Termodinâmica de Materiais | Uso de Planilhas É Viável |
| LOM3027 | Pirometalurgia | Uso de Planilhas É Viável |
| LOM3218 | Introdução à Engenharia Física | Uso de Planilhas É Viável |
| LOM3227 | Métodos Computacionais da Física | Uso de Planilhas É Viável |
| LOQ4002 | Reatores Químicos | Uso de Planilhas É Viável |
| LOQ4003 | Cinética Química Aplicada | Uso de Planilhas É Viável |
| LOQ4015 | Operações Unitárias I | Uso de Planilhas É Viável |
| LOQ4032 | Química Geral II | Uso de Planilhas É Viável |
| LOT2028 | Tecnologia de Processos Fermentativos | Uso de Planilhas É Viável |
| LOB1012 | Estatística | Limitação de Recursos |
| LOQ4018 | Operações Unitárias II | Limitação de Recursos |
| LOQ4085 | Operações Unitárias I | Limitação de Recursos |
| LOB1003 | Cálculo I | Limitação de Tempo |
| LOB1004 | Cálculo II | Limitação de Tempo |
| LOB1004 | Cálculo II | Limitação de Tempo |
| LOQ4032 | Química Geral II | Limitação de Tempo |
| LOT2015 | Engenharia Bioquímica II | Limitação de Tempo |
| LOB1018 | Física I | Limitação Pessoal do Docente |
| LOB1021 | Física IV | Limitação Pessoal do Docente |
| LOM3230 | Métodos Experimentais da Física III | Limitação Pessoal do Docente |
| LOM3253 | Física Matemática | Limitação Pessoal do Docente |
| LOQ4044 | Introdução à Engenharia da Qualidade | Limitação Pessoal do Docente |
| LOQ4075 | Projeto na Indústria Química | Limitação Pessoal do Docente |
| 8800009 | Canto Coral I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| 8800010 | Canto Coral II | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1003 | Cálculo I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1004 | Cálculo II | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1009 | Leitura e Interpretação De Desenho Técnico | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1011 | Elettricidade Aplicada | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1014 | Física Experimental I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1017 | Física Experimental IV | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1018 | Física I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1018 | Física I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1018 | Física I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1019 | Física II | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1024 | Mecânica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1031 | Psicologia Organizacional e do Trabalho | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1036 | Geometria Analítica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1036 | Geometria Analítica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |

| | | |
|---------|--|---------------------------------------|
| LOB1045 | Leitura e Produção de Textos Acadêmicos | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1205 | Ecologia Básica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1206 | Solos I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1207 | Poluição Ambiental I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1225 | Tratamento de Águas Residuárias | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1232 | Licenciamento Ambiental | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3005 | Diagrama de Fases | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3036 | Propriedades Mecânicas | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3037 | Química Inorgânica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3038 | Recursos Naturais | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3043 | Seleção de Materiais | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3048 | Tecnologia de Vidros | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3081 | Introdução à Mecânica dos Sólidos | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3082 | Cerâmica Física | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3092 | Biomateriais | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3094 | Solidificação de Metais | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3096 | Propriedades Elétricas, Magnéticas, Térmicas e Ópticas | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3202 | Circuitos Elétricos | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3205 | Eletromagnetismo | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3216 | Física do Meio Ambiente | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3226 | Mecânica Quântica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3240 | Química Inorgânica Fundamental Aplicada | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOM3254 | Laboratório de Circuitos Elétricos | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4010 | Introdução à Engenharia Química | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4023 | Processos Químicos Industriais II | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4030 | Química Geral Experimental I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4031 | Química Geral I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4031 | Química Geral I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4031 | Química Geral I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4031 | Química Geral I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4032 | Química Geral II | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4037 | Química Orgânica I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4038 | Química Orgânica II | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4043 | Tubulações Industriais | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4055 | Química Inorgânica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4056 | Química Analítica para Engenharia | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4083 | Fenômenos de Transporte I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4084 | Fenômenos de Transporte II | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4085 | Operações Unitárias I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4095 | Química Geral Experimental | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4204 | Economia Geral | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOQ4213 | Contabilidade e Custos | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2007 | Bioquímica I | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2012 | Engenharia Ambiental | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |

| | | |
|---------|---|---------------------------------------|
| LOT2026 | Tecnologia de Alimentos | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2030 | Tecnologia de Conversão de Biomassa Vegetal | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2035 | Tratamento Biológico de Efluentes | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2036 | Química Bioinorgânica | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2039 | Estrutura e Química de Materiais Lignocelulósicos | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2040 | Engenharia Genética | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2045 | Biologia | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2049 | Genética e Biotecnologia Vegetal | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2050 | Microbiologia Experimental | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2051 | Tecnologia do Cultivo de Células Animais | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOT2059 | Química Orgânica Fundamental | Limitação pelo Conteúdo da Disciplina |
| LOB1014 | Física Experimental I | Outros Motivos |
| LOB1016 | Física Experimental III | Outros Motivos |
| LOB1036 | Geometria Analítica | Outros Motivos |
| LOB1049 | Estatística Multivariada | Outros Motivos |
| LOM3072 | Hidrometalurgia | Outros Motivos |
| LOM3073 | Processamento de Cerâmicas | Outros Motivos |
| LOQ4013 | Modelagem e Simulação de Processos | Outros Motivos |