

APLICAÇÃO DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA AVALIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA DISCIPLINA DE PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

José Airton Borges Carneiro – airton_borges@msn.com

Universidade Federal do Ceará – Departamento de Engenharia Elétrica

Caixa Postal 6001 - Campus do Pici

60.455-760 – Fortaleza – CE

Bruno Luiz Faustino – brunoluizf1@gmail.com*

Nathanael Vasconcelos Fernandes – nathanael.v.f@gmail.com*

Marcelo Costa Lima – marcelo8736@hotmail.com*

Raimundo Furtado Sampaio – rfurtado@dee.ufc.br*

Ruth Pastôra Sariava Leão – rleao@dee.ufc.br*

Giovanni Cordeiro Barroso – gcb@fisica.ufc.br

Universidade Federal do Ceará – Departamento de Engenharia Elétrica

Caixa Postal 6030 – Campus do Pici

60.455-970 – Fortaleza – CE

Igor Pinheiro Prata – ig139@hotmail.com*

*Mesma afiliação do primeiro autor.

Resumo: O setor elétrico vem passando por grandes transformações estruturais e tecnológicas nos últimos anos, que têm contribuído para reformulações de projetos político-pedagógicos dos cursos de graduação em engenharia e motivado professores a repensar sua metodologia de ensino para garantir a formação de alunos com perfil profissional em consonância com as evoluções científicas e as mudanças no mercado de trabalho. Nesse contexto, o objetivo desse artigo é apresentar a metodologia de avaliação aplicada para melhoria do processo de ensino aprendido da disciplina de Proteção de Sistemas Elétricos de Potência a partir da opinião dos alunos. Para avaliação da disciplina de proteção foi disponibilizado aos alunos um questionário no Google Forms, e utilizou-se o software Power BI para análise dos dados coletados. Tomando-se como base o Net Promoter Score (NPS), todos os aspectos avaliados se enquadraram na Zona de Aperfeiçoamento.

Palavras-chave: Proteção de sistemas elétricos. Ensino da Engenharia. Avaliação. Didática. Net Promoter Score.

1 INTRODUÇÃO

O setor elétrico vem passando por grandes transformações estruturais e tecnológicas nos últimos anos. Para acompanhar essas transformações, estão em curso a reformulação do projeto político-pedagógico de muitos cursos de graduação em engenharia elétrica nos últimos anos. Neste sentido, pesquisas têm sido feitas com a participação dos alunos e profissionais do mercado com o intuito de atualizar emendas de disciplinas, criar novas disciplinas, visando a formação dos alunos de graduação em engenharia elétrica com um perfil profissional em consonância com as evoluções do setor elétrico e do mercado de trabalho (FILGUEIRAS, ARAUJO e OLIVEIRA, 2018).

Além disso, educadores atentos à melhoria do processo educacional estão avaliando que os métodos e técnicas convencionais de ensino não são eficazes, e, a partir dessa percepção, muitas

estratégias instrucionais têm sido propostas para melhoria do ensino da engenharia (BELHOT, 2005).

Em sintonia, as mudanças no setor elétrico e a área de estudo das proteções de sistemas elétricos de potência vêm agregando grandes evoluções tecnológicas que culminam para redes elétricas inteligentes nos últimos anos. Distribuídos ao longo das redes elétricas, os sistemas de proteção com sua capilaridade têm como objetivo garantir a segurança das pessoas e a melhoria da confiabilidade, segurança e qualidade do sistema elétrico de potência. No entanto, para atingir seu objetivo, os sistemas de proteção devem ser projetados, implantados e mantidos por profissionais com uma formação multidisciplinar envolvendo várias disciplinas da engenharia.

Tendo ciência da importância dessa disciplina para formação do engenheiro eletricitista, faz-se extremamente necessário realizar um diagnóstico da disciplina de proteção de sistemas elétricos em seus diversos aspectos, como a didática do professor, as formas de avaliação e a importância de cada atividade, sendo os avaliadores os alunos da disciplina.

Dentro desse contexto, o objetivo desse artigo é apresentar o diagnóstico da metodologia de ensino da disciplina de Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, obtido a partir da avaliação dos alunos de cada atividade, aplicado para melhoria do processo de ensino e aprendizado da disciplina. A avaliação da disciplina foi feita por meio de um formulário online, no qual os alunos, anonimamente, manifestaram suas opiniões e atribuíram notas referentes aos aspectos expostos da disciplina. Para a realização desse diagnóstico, utilizou-se o software *Power BI* que utiliza os conceitos de *Business Intelligence*. Isso permite realizar uma análise de dados de forma mais direta, sendo possível gerar gráficos, tabelas de forma a tornar esses dados mais visíveis e de fácil compreensão.

Este artigo está organizado da seguinte forma: Na seção 2, é apresentada a metodologia, na seção 3 é apresentado os resultados da pesquisa, na seção 4 são apresentadas as considerações finais.

2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA DE PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

A metodologia aplicada na avaliação da disciplina de proteção de sistemas elétricos de potência foi feita em duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a avaliação diagnóstica do perfil dos alunos para facilitar a tomada de decisão do professor na definição e adequação do conteúdo a ser ministrado. Na segunda etapa foram avaliadas as aulas teóricas e práticas.

Ao finalizar cada tópico da teórica da disciplina, uma atividade foi disponibilizada para o aluno com prazo de entrega de uma semana. A metodologia das aulas é de forma expositiva, utilizando-se apresentação via computador e complementando as explicações no quadro branco.

Dois formulários foram elaborados na plataforma Google Forms para avaliação da disciplina, sendo um para a avaliação das aulas teóricas e o segundo para a avaliação das atividades passadas, utilizando-se alguns aspectos das aulas e das atividades. Os formulários foram compartilhados para os alunos após as entregas das cinco atividades.

Inicialmente, foram feitas afirmações, que possuem respostas definidas em uma escala de avaliação por nota de 0 a 10, em que 0 corresponde a “Discordo Plenamente”, e 10 corresponde a “Concordo Plenamente”. Também, foram realizadas algumas perguntas, tendo respostas “Sim” e “Não”. Além disso, ao final de cada formulário, foi apresentada uma pergunta acerca do grau de recomendação da aula ou da atividade, que o aluno atribuía uma nota na escala de 0 a 10, em que 0 corresponde a “Não Recomendaria”, e 10 corresponde a “Recomendaria”. Nas Tabelas 1 e 2 estão os aspectos das aulas teóricas e das atividades da disciplina avaliadas pelos alunos via formulário disponível em: <https://docs.google.com/forms/d/18vLEK1SpoNCT0prL7w7TGi9T_CnfW99KBEEdPnLYVWBk/viewform?edit_requested=true>.

Tabela 1 – Aspectos das aulas teóricas avaliados pelos alunos via preenchimento do formulário

Metodologia de ensino
Metodologia utilizada nas atividades
Metodologia de avaliação (como estão sendo avaliadas suas atividades)
Em que grau você indicaria as aulas para um amigo que faltou?

Fonte: O próprio autor.

Tabela 2 – Aspectos das atividades avaliados pelos alunos via preenchimento do formulário

A teoria transmitida nas aulas foi suficiente para a realização das atividades?
O prazo de entrega da atividade é compatível com a sua dificuldade?
Você recomendaria essa atividade para um amigo que faltou?

Fonte: O próprio autor.

Após a etapa de consulta aos alunos, utilizou-se a plataforma Power BI para compilar as respostas dos alunos, gerar gráficos e calcular o Net Promoter Score (NPS) para medir o nível de satisfação dos alunos. Nessa pesquisa, é avaliado o grau de satisfação ou de recomendação dos indivíduos com uma nota de 0 a 10, em que 0 equivale a “Não Recomendaria”, e 10 equivale a “Recomendaria”. Os alunos que atribuíram nota entre 0 e 6 são classificados como Detratores, ou seja, não estão satisfeitos. Alunos que atribuíram nota 7 ou 8 são classificados como Neutros, ou seja, são neutros na avaliação. Enquanto, os alunos que atribuíram nota 9 ou 10 são classificados como Promotores, ou seja, satisfeitos com as aulas e as atividades. Para cálculo do NPS usa-se a equação (1).

$$NPS = \frac{(Promotores - Detratores)}{Total\ de\ Avaliações} * 100 \quad (1)$$

A partir dos resultados obtidos no cálculo do NPS, a avaliação é classificada em:

- Zona de Excelência: NPS entre 75% e 100%
- Zona de Qualidade: NPS entre 50% e 74%
- Zona de Aperfeiçoamento: NPS entre 0 e 49%
- Zona Crítica: NPS entre -100% e -1%

Dessa forma, pode-se avaliar de uma forma quantitativa o grau de satisfação dos alunos com as aulas e com cada atividade. No caso desse estudo, o NPS foi calculado utilizando-se uma programação no Power BI.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA DE PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

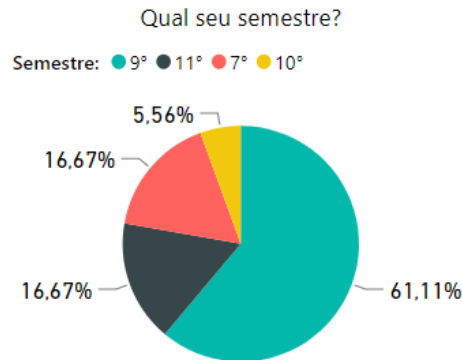
Nessa seção são apresentados os resultados das avaliações da disciplina de proteção de sistemas elétrico realizada conforme metodologia apresentada na seção 2.

3.1 Avaliação do perfil do aluno.

Nos gráficos das Figuras 1, 2 e 3 são apresentados o resultado da avaliação diagnóstica dos alunos da disciplina de proteção de sistemas elétrico de potência. Na Figura 1 são apresentados os semestre em que os alunos estão matriculados, na Figura 2 são apresentadas as disciplinas da área de sistemas de energia que os alunos já concluíram e no gráfico da Figura 3 a quantidade de disciplinas em que estão matriculados.

Conforme pode ser observado na Figura 1, os alunos matriculados na disciplina estão distribuídos em diferentes semestres, sendo: 16,7 % no 9º semestre, 5,56 % no 10º semestre) e 16,67 % no 11º semestre.

Figura 1 –Semestre em que o aluno está matriculado na disciplina de proteção.

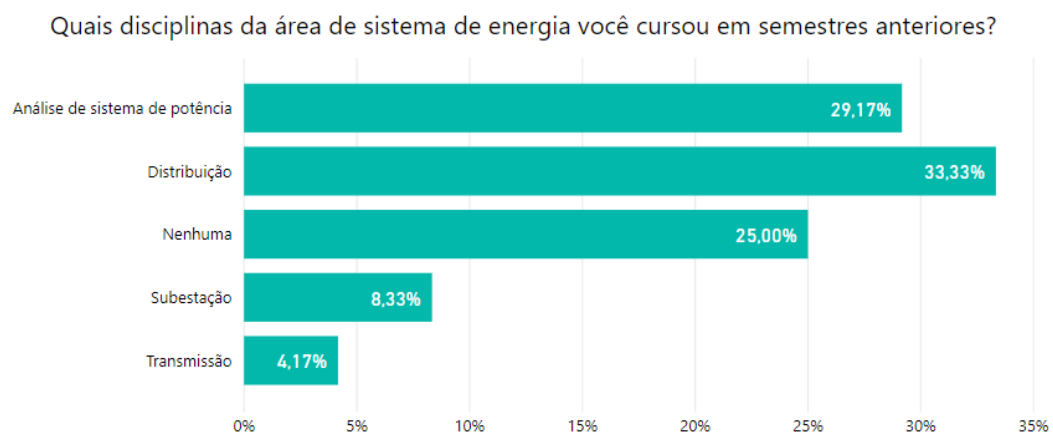


Fonte: O próprio autor.

A partir do resultado da pesquisa apresentado na gráfico da Figura 1, avaliou-se que por ser uma disciplina optativa e não ter nenhuma outra disciplina da área de sistema de energia como pré-requisito muitos alunos se matriculavam sem a base necessária para acompanhar disciplina.

Na Figura 2 o gráfico apresenta a distribuição de alunos que concluíram disciplinas da área de sistema de energia. É necessário salientar que os números representam grupos de alunos conjugados, ou seja, o mesmo aluno pode ter cursado mais de uma das disciplinas. Ainda assim, o gráfico mostra que 25% da turma não curso nenhuma disciplina da área de sistemas de energia e 29,7 % não cursou a disciplina Análise de Sistema de Potência.

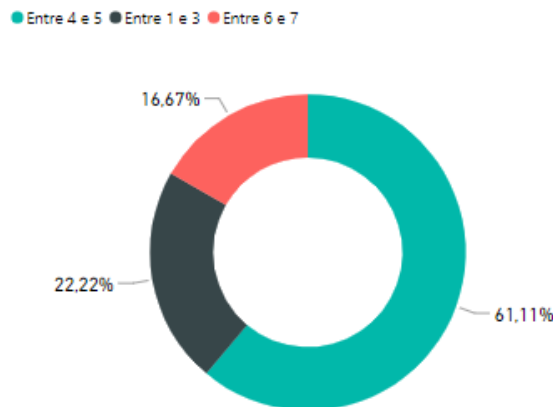
Figura 2 – Disciplinas da área de sistema de energia cursadas pelos alunos de proteção.



Fonte: O próprio autor.

Para melhor análise do perfil do aluno, avaliou-se o número de disciplinas que os matriculados estão cursando no semestre, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Quantidade de disciplina o aluno está matriculado.
Em quantas disciplinas você está matriculado?



Fonte: O próprio autor.

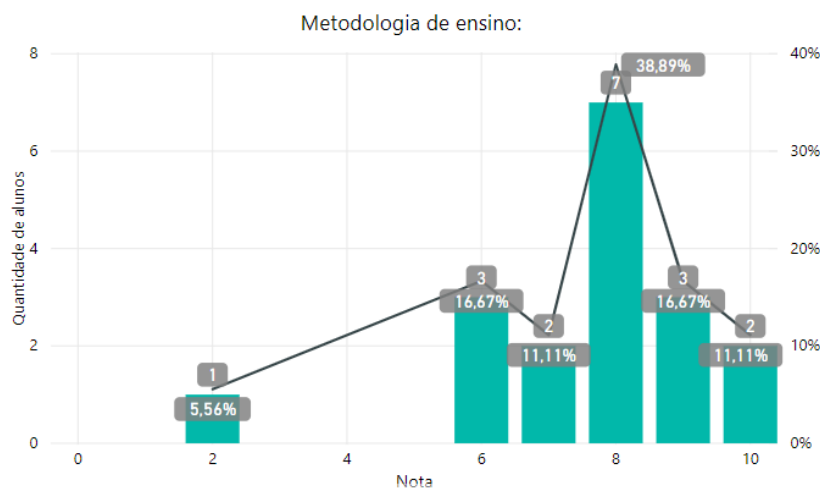
Conforme pode ser observado na Figura 3, a maioria dos alunos estão matriculada em mais de quatro disciplinas, o que se mostra mais um fator agravante para a disponibilidade de tempo para dedicar-se à disciplina.

A partir do diagnóstico do perfil dos alunos matriculados na disciplina de proteção de sistemas elétricos, o professor avaliou a necessidade de agregar novos conteúdo à disciplina, propor alterações na ementa da disciplina e incluir a disciplina de análise de sistema de potência como obrigatória.

3.2 Avaliação das aulas teóricas

Na Figura 4 é apresentado o resultado da avaliação da metodologia de ensino adotada na disciplina de proteção.

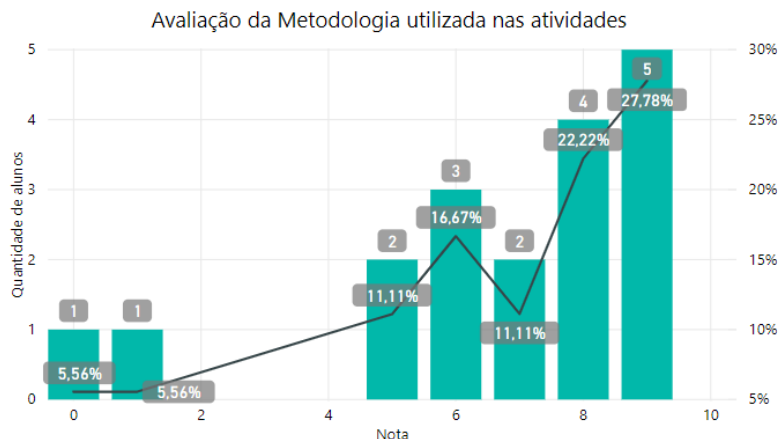
Figura 4 - Avaliação da metodologia de ensino.



Fonte: O próprio autor.

Na Figura 5 é apresentada o resultado da avaliação da metodologia adotada nas atividades.

Figura 5 - Avaliação da metodologia adotada nas atividades



Fonte: O próprio autor.

Como se observa nos gráficos das Figuras 4 e 5, houve uma grande variabilidade no resultado das avaliações das metodologias aplicadas nas aulas teóricas e nas atividades. Como se observa na Figura 4, 77,78% dos alunos atribuíram nota entre 7 e 10 avaliando a metodologia adotada nas aulas teóricas como satisfatória. No entanto, uma parcela significativa da turma entende que a metodologia de ensino das aulas precisam ser melhoradas.

Nessa avaliação, foram constatados 3 detratores, 9 neutros e 6 promotores. Dessa forma, utilizando a equação 1, o NPS apresentou um resultado de 16,67%, indicando que as aulas se enquadram na zona de aperfeiçoamento.

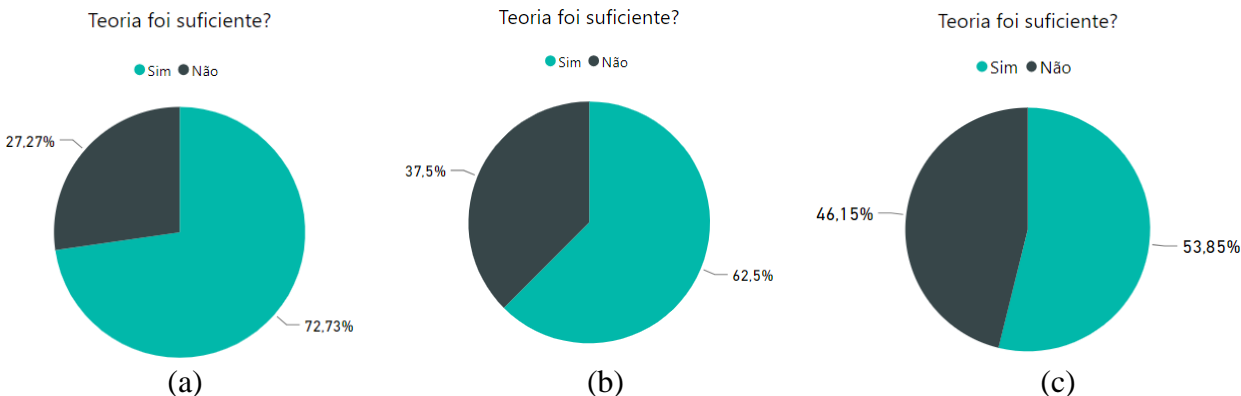
3.3 Avaliação das atividades

No formulário de avaliação deu-se a opção de escolha entre as 5 atividades propostas. Escolheu-se as três atividades com a maior participação de avaliadores: atividade 1, atividade 3 e atividade 5.

3.3.1. Avaliação da teoria dada para as atividades 1, 3 e 5

O resultado pode ser verificado na Figura 6. Em relação às atividades 1, 3 e 5, houve queda significativa na avaliação positiva quanto à teoria ser suficiente para a realização da atividade. Atribui-se aos fatores da seção 3.1 parte dos motivos pela avaliação.

Figura 6 – Avaliação da teoria ministrada em relação a Atividade 1 (a), Atividade 3 (b) e Atividade 5 (c).

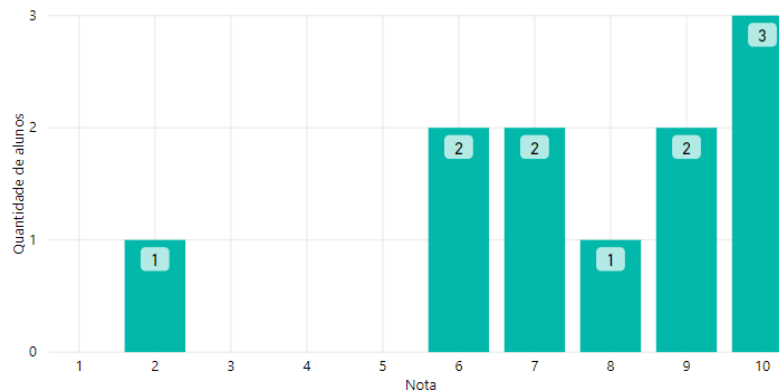


Fonte: O próprio autor.

3.3.2. Avaliação da Atividade 1

Constata-se que parte relevante da turma considerou que a teoria foi suficiente para a realização da prática.

Figura 7 – Gráfico de colunas verticais referente à recomendação da atividade 1.
Você recomendaria essa atividade?

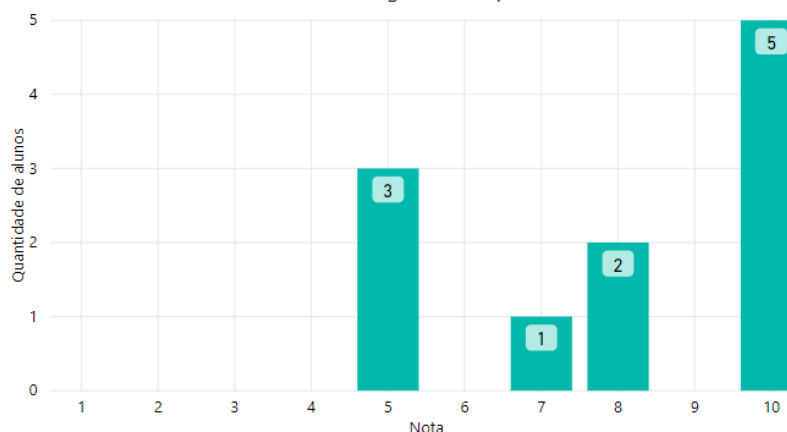


Fonte: O próprio autor.

Assim como calculado anteriormente, esse gráfico é utilizado para o cálculo do NPS da atividade 1, utilizando-se a equação 1. O NPS para atividade 1 foi de 18,18%, estando na categoria: Zona de Aperfeiçoamento.

A Figura 8 mostra a avaliação referente ao prazo de entrega da atividade 1.

Figura 8 – Gráfico em barras verticais referente ao prazo de entrega da atividade 1.
Prazo de entrega foi adequado?



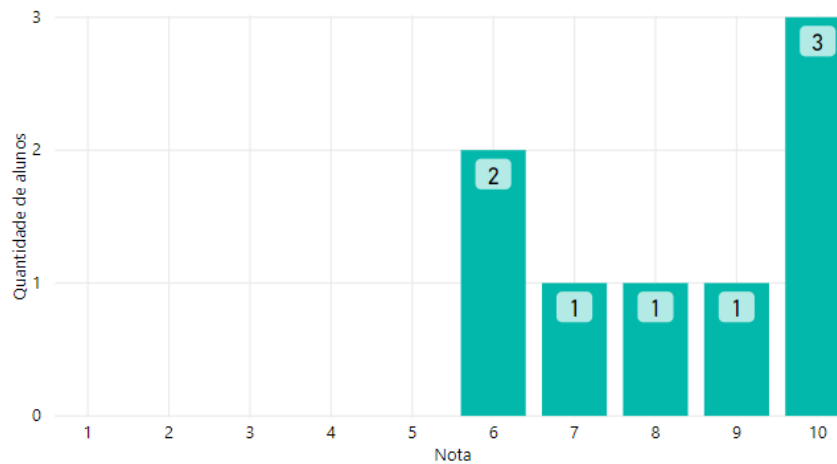
Fonte: O próprio autor.

A maioria simples da turma julgou correto o tempo para entrega da atividade. Para os que julgaram ser tempo insuficiente, os motivos podem ser atribuídos, segundo a seção 3.1, à disponibilidade de tempo prestada à cadeira e outros problemas pessoais.

3.3.3. Avaliação da Atividade 3

Em relação à atividade 1, pela Figura 6, houve queda na avaliação da teoria ser suficiente para a Atividade 3. Entretanto, ainda é consenso da maioria que a teoria se fez satisfatória.

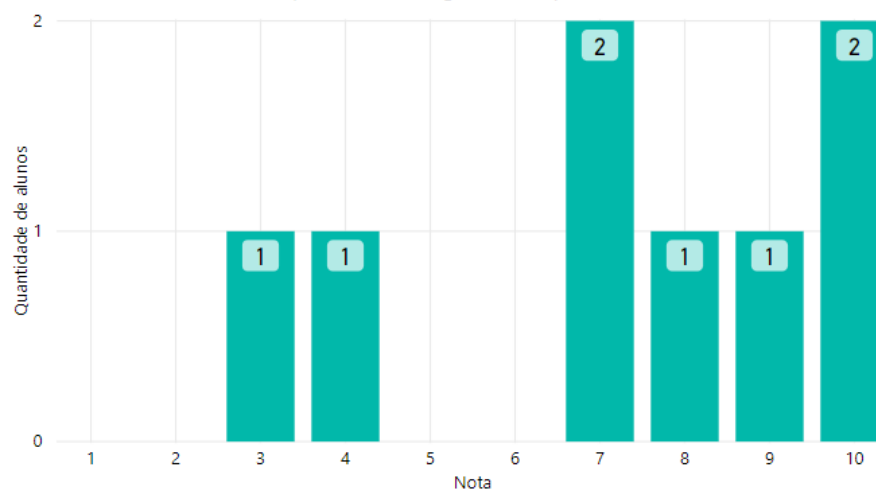
Figura 9 - Gráfico de colunas verticais referente à recomendação da atividade 3.
Você recomendaria essa atividade?



Fonte: O próprio autor.

O gráfico da Figura 13 servirá de base para o cálculo do NPS, por meio da equação 1. O NPS é igual a 25%, ou seja, aponta que a atividade se encontra em Zona de Aperfeiçoamento. A Figura 12 mostra a avaliação referente ao prazo de entrega da Atividade 3.

Figura 12 - Gráfico em barras verticais referente ao prazo de entrega da atividade 3.
O prazo de entrega foi adequado?



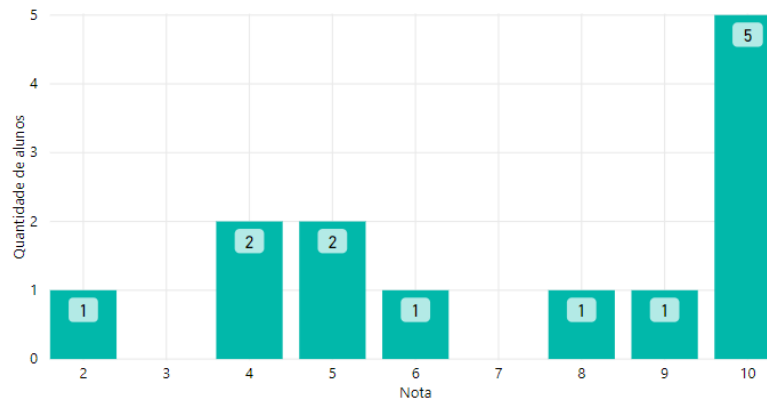
Fonte: O próprio autor.

O prazo de entrega, por maioria simples, ainda foi avaliado como suficiente.

3.3.4. Avaliação da Atividade 5

Em relação à atividade 3, pela Figura 6, houve queda na avaliação da teoria ser suficiente para a Atividade 5. Entretanto, ainda é consenso da maioria que a teoria se fez satisfatória.

Figura 15 - Gráfico de colunas verticais referente à recomendação da atividade 5.
Você recomendaria essa atividade?



Fonte: O próprio autor.

Analogamente às formas de gráficos anteriores semelhantes, usar-se-á o gráfico da Figura 17 para o cálculo do NPS da Atividade 5, apresentado na Figura X.

O NPS para a Atividade 3 foi de 7,69% indica que a atividade, ainda mais que as outras duas anteriores, encontra-se na Zona de Aperfeiçoamento, chamando atenção para o fato da insatisfação dos alunos para a metodologia proposta nas atividades.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente expansão do sistema elétrico brasileiro, a proteção de sistemas elétricos de potência se torna uma área da Engenharia Elétrica em constante crescimento. Isso se deve ao fato de que, com a proteção dos sistemas, há uma maior confiabilidade do sistema elétrico, garantindo-se a integridade dos equipamentos, linhas de transmissão e de distribuição além de garantir a segurança das pessoas em uma situação de ocorrência de faltas – como curto-circuito e descargas atmosféricas.

Nesse contexto, a proteção de sistemas elétricos de potência é uma disciplina bastante essencial para os alunos de graduação em Engenharia Elétrica, pois é um conhecimento que pode ser um diferencial no mercado de trabalho.

Dessa forma, foi realizado esse estudo de forma que os alunos pudessem avaliar as aulas teóricas e as atividades passadas no decorrer da disciplina. Além disso, foi feita uma análise do perfil dos alunos da disciplina.

O perfil dos alunos avaliadores demonstra que o fato de não se ter cursado disciplinas correlatas à disciplina de Proteção de Sistemas Elétricos de Potência pode acarretar uma difícil absorção do conteúdo ministrado. Além disso, tem-se a questão de os alunos que estão com uma carga horária mais preenchida aumentar a dificuldade em entregar as atividades no prazo.

Em relação aos aspectos avaliados – aulas teóricas e atividades –, nota-se que todos eles se enquadram na Zona de Aperfeiçoamento, com base no NPS. Isso mostra que o número de detratores e de promotores são bem parecidos. Isso também indica que as metodologias de ensino, metodologia dos assuntos abordados nas atividades devem ser aprimorados e trabalhados para se implementar abordagens diferentes, de forma que os alunos insatisfeitos com os aspectos abordados da disciplina fiquem satisfeitos com o ensino e com as atividades, e eles possam absorver melhor o conteúdo agregando mais conhecimento.

O presente estudo nesse artigo buscou coletar opiniões dos alunos de forma que isso pudesse agregar melhorias na disciplina. Essas opiniões se dividiram em: avaliar as aulas teóricas ministradas no primeiro semestre de 2019 (até o presente momento de escrita desse artigo) e avaliação das cinco atividades enviadas via SIGAA para os alunos.

Agradecimentos

Aos alunos da disciplina de proteção de sistemas elétricos que responderam o formulário e contribuíram. À Universidade Federal do Ceará por proporcionar bolsas de Iniciação à Docência para os alunos.

REFERÊNCIAS

BELHOT, R. V. A Didática no Ensino de Engenharia. XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2005, São Carlos. **Anais**. Campina Grande, 2005.

FILGUEIRAS, L. V. O.; ARAUJO, D. N.; OLIVEIRA, T. M. Formação E Competência Do Engenheiro Eletricista – Análise Sistêmica. XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e 1º Simpósio Internacional de Educação em Engenharia, 2018, Campina Grande. **Anais**. Salvador, 2018.

FRANKENTHAL, R. **O que é e como utilizar o NPS no Marketing do seu negócio**. Disponível em: <<https://mindminers.com/blog/o-que-e-e-como-utilizar-o-nps-no-marketing-do-seu-negocio/>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

JEANDSON, F. et al. A Importância do Laboratório de Energias Alternativas da Universidade Federal do Ceará no Desenvolvimento de Engenheiros. XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e 1º Simpósio Internacional de Educação em Engenharia, 2018, Fortaleza. **Anais**. Salvador, 2018.

Microsoft Power BI. Disponível em: <<https://powerbi.microsoft.com/pt-br/>>. Acesso em: 11 de maio de 2019.

SÁ, J. A. DE et al. Uso de um Simulador em Tempo Real no Ensino de Proteção de Sistemas Elétricos. XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2010, Campina Grande. **Anais**. Fortaleza, 2010.

APPLICATION OF BUSINESS INTELLIGENCE FOR THE EVALUATION AND OPTIMIZATION OF THE DISCIPLINE OF POWER SYSTEM PROTECTION

Abstract: *The electrical sector has been undergoing major structural and technological changes in recent years, which have contributed to the reformulation of political-pedagogical projects of undergraduate courses in engineering and motivated teachers to rethink their teaching methodology to ensure the training of students with a professional profile in scientific developments and changes in the labor market. In this context, the objective of this article is to present the methodology of evaluation applied to improve the learning process of the discipline of Protection of Electric Power Systems from the students' opinion. To evaluate the protection discipline, a questionnaire was made available to students in Google Forms, and Power BI software was used to analyze the data collected. Based on the Net Promoter Score (NPS), all evaluated aspects were included in the Improvement Zone.*

Key-words: *Power system protection. Engineering Teaching. Evaluation. Didactic. Net Promoter Score.*