

ANÁLISE DA DISCIPLINA "CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS" DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho se propõe a realizar uma análise da disciplina "Controle de Processos Industriais" (PTC3414), pertencente à grade curricular da ênfase de Automação e Controle da Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Esta disciplina foi montada e ministrada pelo Prof. Dr. Claudio Garcia, do Departamento de Telecomunicações e Controle (PTC) e com este estudo se pretende registrar sua experiência de montagem e oferecimento ao longo de 25 anos. Com base nesta análise, foi verificada uma relação entre a redução da quantidade de provas aplicadas e o aumento da taxa de desistência dos alunos, apesar da baixa taxa de reprovação nesta disciplina.

2 METODOLOGIA

Primeiramente foi realizada uma análise do plano da disciplina e do projeto pedagógico do curso (PPC) de Engenharia Elétrica com ênfase em Automação e Controle. Em seguida, foi realizada uma entrevista prévia com o professor responsável, com o objetivo de registrar sua experiência de montagem da disciplina e sua experiência pedagógica.

Foi realizada também uma pesquisa quantitativa investigativa com os alunos da turma de 2021, através de um questionário desenvolvido especialmente para este estudo. Foi analisado ainda o histórico de notas e de aprovações entre os anos de 2015 e 2020, e as notas das duas provas aplicadas na turma de 2021, denominadas P1 e P2. Seus resultados foram apresentados ao professor em uma nova entrevista, cujo objetivo foi de registrar suas impressões e reflexões, assim como apresentar possíveis pontos de melhoria e sugestões.

O questionário utilizado possui 19 perguntas, sendo 18 com respostas escaladas de 0 a 4, e uma pergunta aberta, para sugestões e críticas. Foi desenvolvido com base nas diretrizes definidas pelo "The New Teacher Project" e nas conclusões de , e tem como objetivos:

- Avaliar a visão dos alunos sobre o oferecimento da disciplina, a atuação do professor e das técnicas, ferramentas e materiais utilizados;
- Incentivar uma autorreflexão da atuação dos alunos para com a disciplina e mapear seus perfis de dedicação aos estudos e de interesse aos temas relacionados; e
- Mapear perfis e interesses profissionais dos alunos.

O questionário foi enviado aos alunos através de um link do *Google Forms*, pela Internet, duas semanas após a apresentação das notas da P1, para que o impacto das notas nos alunos não influenciasse suas respostas ao questionário.

Com base nos resultados destas análises, os slides utilizados pelo professor em aula também foram analisados.

3 HISTÓRIA DA DISCIPLINA

A disciplina PTC3414 foi criada pelo Prof. Dr. Claudio Garcia em 1995, com base em sua experiência de 15 anos na indústria de automação e controle de processos industriais, e em literatura estrangeira, focada em livros com abordagens aplicadas do tema. Devido ao enfoque da literatura clássica ser na teoria e na matemática, seus fundamentos podem ficar muito abstratos para os alunos, dificultando seu aprendizado. Esta característica motivou o professor a montar uma disciplina que possuísse um caráter mais aplicado.

Para esta disciplina, o professor montou também uma apostila que, ao longo dos anos, foi aperfeiçoada a ponto de se tornar três livros. O primeiro foi publicado em 2017, o segundo em 2019 e o terceiro estava previsto para ser lançado em 2021, mas sua publicação acabou sendo postergada.

O professor aponta ainda que raramente se encontram exercícios resolvidos nos livros clássicos do tema e acredita que essa lacuna também dificulta o aprendizado. Por isso, incluiu os exercícios resolvidos de provas dos anos anteriores desta disciplina em seus livros.

4 CARACTERÍSTICAS DA DISCIPLINA

PTC3414 faz parte da grade curricular da ênfase de Automação e Controle, fazendo parte do Módulo Específico deste curso. É obrigatória para os alunos desta ênfase, sendo ofertada atualmente no 8º período ideal, ou seja, no 2º semestre do 4º ano, quando o curso enfoca em disciplinas específicas para a ênfase. A disciplina possui 4 créditos, carga horária de 60 horas, é oferecida em caráter semestral e não possui pré-requisitos para sua matrícula. No entanto, para ser capaz de acompanhar o seu conteúdo, o aluno necessita de conceitos da disciplina Sistemas de Controle (PTC3313), oferecida no 6º período ideal, ou seja, no 2º semestre do 3º ano.

Por fazer parte do chamado Módulo Específico, PTC3414 é planejada como uma disciplina específica para os alunos da ênfase de Automação e Controle, apesar de poder receber matrículas de alunos de outros departamentos. Possui 38 vagas para os alunos da ênfase de Automação e Controle, que normalmente são preenchidas por alunos em primeira opção, mas devido à matrícula de alunos de outras ênfases, vem apresentando um aumento no número de matriculados ao longo dos anos, chegando a 67 alunos em 2020 e a 49 em 2021. Frequentemente possui um monitor de alunos, para auxiliar o professor e tirar dúvidas, e um representante dos alunos, definido no primeiro dia de aula, para servir como um canal direto de diálogo entre o professor e a turma. No entanto, historicamente, os alunos raramente procuram o monitor ou o professor para esclarecer dúvidas e, excepcionalmente na turma de 2021, não houve monitor.

De acordo com o PPC, esta disciplina deve apresentar forte correlação com o tema de Controle de Sistemas Dinâmicos e os temas de Metodologia Científica e Tecnológica e Comunicação e Expressão devem ser explorados ou utilizados.

O objetivo da disciplina é ensinar a "utilização de técnicas de modelagem no projeto de sistemas industriais de controle" e, ao se comparar o conteúdo programático (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP), 2021a) com as definições do PPC (COMISSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – ÊNFASE AUTOMAÇÃO E CONTROLE, 2021), é possível escrever os objetivos da disciplina, classificados da maneira apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Objetivos da disciplina classificados de acordo com o PPC.

| | |
|---|--|
| 1. Conhecimentos | |
| 1.1 | Controle de Sistemas Dinâmicos (industriais) |
| 1.1.1 | Teoria de Controle de Sistemas Dinâmicos (industriais) |
| 1.1.2 | Técnicas de Controle de Sistemas Dinâmicos (industriais) |
| 2. Habilidades | |
| 2.1 Metodologia Científica e Tecnológica | |
| 2.1.1 | Evolução histórica do Controle de Sistemas Dinâmicos (industriais) |
| 2.1.2 | Contexto atual do Controle de Sistemas Dinâmicos (industriais) |
| 2.1.3 | Análise de processos industriais |
| 2.1.4 | Análise de sistemas de controle |
| 2.1.5 | Projeto de sistemas de controle |
| 2.2 Comunicação e Expressão | |
| 2.2.1 | Nomenclatura e vocabulário referente a controle de processos industriais |
| 2.2.2 | Comunicação gráfica. |

Fonte: Autoria própria.

É possível, então, relacionar estes objetivos com o conteúdo programático, da forma descrita no Quadro 2.

Quadro 2 - Conteúdo programático relacionado com os objetivos definidos pelo PPC.

| Objetivos | Conteúdo programático |
|-----------------------------------|--|
| 1.1.1, 2.1.1, 2.1.3, 2.2.1, 2.2.2 | 1. Definição de termos usados em controle de processos. 2. Evolução histórica dos sistemas de controle de processos. 3. Análise das características dinâmicas de processos industriais. 4. Elementos e conceitos básicos de processo. |
| 1.1.1, 1.1.2, 2.1.3, 2.2.2 | 5. Estudos dos efeitos de atrasos de transferência e de transporte. 6. Aproximações comumente usadas para o modelamento de processos industriais. 7. Levantamento dos parâmetros de modelos de processos industriais (identificação de processos). |
| 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.2.2 | 8. Análise e projeto de sistemas de controle. 9. Critérios de desempenho de sistemas de controle. 10. Métodos de ajuste e sintonia de controladores. |
| 1.1.2, 2.1.2, 2.2.2 | 11. Noções sobre técnicas avançadas de controle de processos <ul style="list-style-type: none"> • "Feedforward", • Razão ou relação, • Cascata, • Compensação de processos com tempo morto, • Controle seletivo, • Controle adaptativo • Controle multivariável. • Controle de processos em batelada |
| 2.1.2, 2.1.4, 2.2.2 | 12. Estudo da operação e do sistema de monitoração e controle de alguns processos industriais. |

Fonte: Autoria própria.

O método de avaliação é o de provas escritas e trabalhos, o critério de avaliação atualmente é a média de duas provas e a norma de recuperação também é uma prova escrita (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP), 2021a). Os livros escritos pelo professor (GARCIA, 2017; GARCIA 2019) são utilizados como livros texto, mas outras referências bibliográficas (CONSIDINE, 1972; KOPPEL; COUGHNOWR, 1965; LIPTAK, 1985; OGATA K., 2003; SEBORG; EDGARD; MELLICHAMP, 2010; SHINSKEY, 1985; SMITH; CORRIPIO, 2005) são apresentadas como bibliografia adicional de consulta.

5 PLANEJAMENTO, MÉTODOS E FERRAMENTAS

Desde seu início, a disciplina foi baseada em uma apostila própria e, por isso, as aulas são planejadas em termos de seções e/ou capítulos dos livros texto (GARCIA, 2017; GARCIA 2019).

A metodologia utilizada, então, é a de aulas expositivas, com leitura e lista de exercícios resolvidos do livro texto, em caráter extraclasse. Exemplos práticos são apresentados em aula e também estão representados no livro texto. No caso de surgimento de dúvidas, os alunos são incentivados a procurar o professor e/ou o monitor da disciplina, inclusive fora da sala de aula.

Historicamente, as aulas expositivas utilizavam apenas a lousa, mas com o ensino virtual emergencial devido à pandemia de COVID-19, foi necessário criar e utilizar slides como ferramenta de ensino nos anos de 2020 e 2021.

A USP disponibiliza aos docentes um ambiente virtual de apoio chamado e-disciplinas, um sistema tipo *Moodle*, que o professor passou a utilizar, após as aulas remotas, para enviar as provas, os slides e o convite com o link das aulas, ministradas através do *Google Meet*; além de disponibilizar as gravações das aulas. Já avisos, divulgação de palestras, abertura de programas de estágio, etc., são feitos através do representante de classe.

6 PANDEMIA DE COVID-19

O ano de 2021 foi o segundo ano em que foi necessário ministrar aulas remotas devido à pandemia de COVID-19, o que trouxe muitos desafios ao professor, que nunca havia ministrado aulas remotas ou à distância até então.

Segundo seu relato, a quantidade de perguntas realizadas pelos alunos no decorrer das aulas neste formato é significativamente menor que nas aulas presenciais. O professor relaciona essa questão ao desinteresse dos alunos, o que, por sua vez, relaciona à utilização de slides no lugar da lousa. Afirma ainda que, no modo presencial, conseguia saber se a turma estava acompanhando o ritmo da aula, o que não tem conseguido realizar durante o ensino remoto, devido às câmeras e microfones dos alunos fechados. No geral, crê que o aprendizado piorou nesse formato.

Devido à diminuição de perguntas, o conteúdo planejado para as aulas tem sido dado em menos tempo, o que fez o professor aumentar o conteúdo abordado, e, por consequência, aumentar as seções abordadas dos livros texto ao longo do semestre.

A forma de avaliação neste período também tem sido desafiadora. Em 2020, as provas foram substituídas por listas de exercícios, com três dias completos para a sua resolução (sexta-feira, sábado e domingo). No entanto, o professor notou uma grande similaridade entre as resoluções dos alunos e um número atípico de notas altas, acreditando que estas não estavam de acordo com a realidade de aprendizado dos

alunos. Por este motivo, voltou a dar provas na turma de 2021, porém aumentando o tempo de resolução para 120 minutos, contra os 100 minutos das provas presenciais, pois os alunos precisam escanear e enviar suas provas através do e-disciplinas. Com estas medidas, as notas voltaram aos patamares normais esperados e as resoluções voltaram a apresentar maior diversidade.

Quando questionado a respeito da frequência dos alunos, o professor relatou que não sentiu diferença em comparação ao ensino presencial. No entanto, no ensino presencial conseguia notar que alunos que realizavam mais perguntas, apresentavam notas maiores. Com a forma remota, não conseguiu ver esta relação.

7 FUTURO DA DISCIPLINA

Apesar das dificuldades encontradas no ensino remoto, se possível, o professor pretende experimentar um sistema híbrido no futuro, em que seria dada uma aula remota seguida de uma aula presencial. Esta solução foi pensada para que se possa manter um contato mais próximo com os alunos, mas pensando em diminuir o tempo de deslocamento deles até a USP. Esta realmente é uma questão relevante para este campus, onde são comuns relatos de mais de 3 horas de deslocamento diário por parte dos alunos.

Quando questionado, disse não concordar com aulas remotas integralmente, pois acredita que o contato pessoal é importante para a motivação dos alunos, alegando que, desta forma, eles se sentem mais à vontade para realizar perguntas que no ensino remoto. Afirma também que não pretende utilizar slides em aulas presenciais, apenas em aulas remotas.

Um ponto destacado pelo professor foi sua preocupação com o futuro do departamento, uma vez que seu corpo docente vem se aposentando sem reposição nos últimos anos. Desde 2019, houve uma diminuição de 20% do corpo docente do PTC, com 24 professores atualmente. Destes, apenas 10 são do Laboratório de Automação e Controle (LAC), responsável pelas disciplinas da ênfase de Controle, e apenas 6 desses professores são credenciados na pós-graduação.

Como o LAC possui grande procura por parte dos alunos, este retrato vem sobrecarregando os professores credenciados, com um grande número de orientados e posições em comissões universitárias. O Prof. Dr. Claudio Garcia acumula 33 orientações no momento da escrita deste artigo, entre orientações de pós-graduação, graduação, programa de graduação continuada (PECE/Poli) e iniciação científica, além de duas comissões de gestão e a coordenação do único laboratório de pesquisa aplicada do PTC, o Laboratório de Controle de Processos Industriais (LCPI), onde permanece como único professor desde a sua criação, em 2003. Como a tendência é de piora neste quadro, devido à distribuição etária atual do corpo docente, esta preocupação também é citada no Projeto acadêmico do PTC (DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICAÇÕES E CONTROLE (PTC), 2018).

8 AVALIAÇÃO CONTÍNUA DA DISCIPLINA E DO DOCENTE

Todo ano, no último dia de aula, a Comissão de Graduação realiza uma avaliação de todas as disciplinas de graduação, através de um questionário *online* passado aos alunos. Além disso, todos os anos os formandos de cada ênfase da Engenharia Elétrica

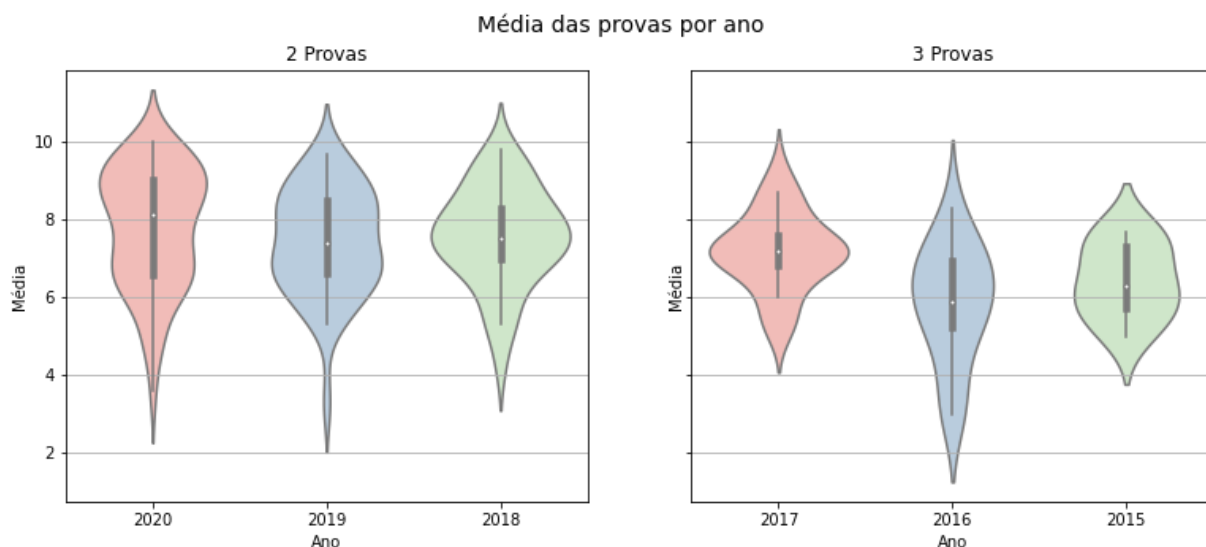
selecionam um professor para homenagear durante sua cerimônia de formatura. O Prof. Dr. Claudio Garcia foi homenageado por 4 anos desta forma.

Quando questionado como essas avaliações e homenagens influenciam sua carreira dentro da universidade, afirmou que não há qualquer avaliação institucional nesse sentido, servindo apenas como realimentação e realização pessoal. Afirmou que desconhece qualquer caso de influência a nível institucional, relatando inclusive casos de má avaliação constante de docentes que nunca sofreram nenhum tipo de sanção, e casos de docentes historicamente reconhecidos por alunos e colegas que nunca receberam nenhum tipo de reconhecimento institucional. Apenas as publicações acadêmicas e as orientações de pós-graduação são consideradas para avanço de carreira.

9 HISTÓRICO DE NOTAS E APROVAÇÕES

Os dados históricos das médias das provas, antes da prova de recuperação e descartando os dados dos alunos que não compareceram a pelo menos uma das provas, foram computados e analisados. Seus gráficos estão apresentados na Figura 1 para os anos de 2018 a 2020, quando a avaliação foi composta por apenas duas provas, e para os anos de 2015 a 2017, quando foi composta por três provas. Os gráficos apresentam a curva de distribuição das notas, a média da turma e seus quartis, para cada ano.

Figura 1 – Distribuição, média e quartis das notas das provas por ano.



Fonte: Autoria própria.

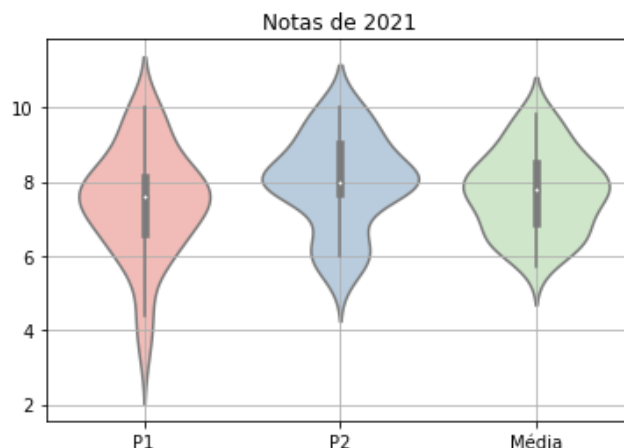
Na curva do ano de 2020 é possível observar uma concentração atípica de notas altas, em torno de 9, com um conseqüente aumento da média da turma, confirmando o sentimento relatado pelo professor naquele ano. No entanto, também é possível notar que apenas uma parcela dos alunos apresentou este comportamento, e que também houve casos de notas ainda mais baixas que nos anos anteriores, evidenciando o sentimento de piora do aprendizado no ensino remoto, também notado pelo professor.

Desconsiderando o ano de 2016, por ser um ano atípico, no qual a metodologia utilizada não permitiu justificar seus dados, é possível notar que a mudança de três provas para apenas duas aumentou a quantidade de médias mais baixas, o que se justifica pelo fato de o aluno ter mais possibilidade de recuperar a sua média ao longo da disciplina com três provas em vez de apenas duas.



A Figura 2 apresenta a mesma curva de distribuição de notas, média da turma e quartis para a P1, a P2 e a média de 2021, onde é possível notar uma distribuição próxima à normal das notas, o que reforça a percepção do professor com relação à mudança do método de avaliação, e onde se nota também uma recuperação das notas da P2 quando comparadas com a P1.

Figura 2 - Distribuição, média e quartis da nota da prova P1 de 2021.



Fonte: Autoria própria.

A Tabela 1 apresenta a quantidade e o índice relativo de reprovação considerando todos os alunos entre os anos de 2015 e 2020, separados pela quantidade de provas de avaliação.

Tabela 1 - Dados de aprovação considerando todos os alunos entre 2015 e 2020.

| P1 e P2 | | | | |
|--------------------|------------|------------|------------|----------------|
| Ano | Aprovados | Reprovados | Total | Reprovação (%) |
| 2018 | 39 | 1 | 40 | 2,50 % |
| 2019 | 43 | 7 | 50 | 14,00 % |
| 2020 | 59 | 8 | 67 | 11,94 % |
| Total Geral | 141 | 16 | 157 | 10,19 % |
| P1, P2 e P3 | | | | |
| Ano | Aprovado | Reprovado | Total | Reprovação (%) |
| 2015 | 9 | 3 | 12 | 25,00 % |
| 2016 | 15 | 11 | 26 | 42,31 % |
| 2017 | 28 | 0 | 28 | 0,00 % |
| Total Geral | 52 | 14 | 66 | 21,21 % |

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 2 apresenta os mesmos dados de reprovação, mas separando os dados dos alunos reprovados dos dados dos alunos desistentes, ou seja, que não compareceram a pelo menos uma das provas, também para o período de 2015 a 2020.



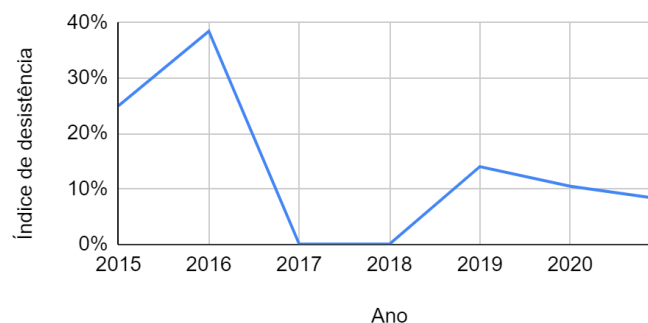
Tabela 2 - Dados de aprovação separando alunos desistentes dos não desistentes.

| P1 e P2 | | | | | | |
|--------------------|------------|------------|-------------|------------|----------------|-----------------|
| Ano | Aprovados | Reprovados | Desistentes | Total | Reprovação (%) | Desistência (%) |
| 2018 | 39 | 1 | 0 | 40 | 2,50 % | 0,00 % |
| 2019 | 43 | 0 | 7 | 50 | 0,00 % | 14,00 % |
| 2020 | 59 | 1 | 7 | 67 | 1,49 % | 10,45 % |
| Total Geral | 141 | 2 | 14 | 157 | 1,27 % | 8,92 % |
| P1, P2 e P3 | | | | | | |
| Ano | Aprovados | Reprovados | Desistentes | Total | Reprovação (%) | Desistência (%) |
| 2015 | 9 | 0 | 3 | 12 | 0,00 % | 25,00 % |
| 2016 | 15 | 1 | 10 | 26 | 3,85 % | 38,46 % |
| 2017 | 28 | 0 | 0 | 28 | 0,00 % | 0,00 % |
| Total Geral | 52 | 1 | 13 | 66 | 1,52 % | 19,70 % |

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar os dados da Tabela 2, diferentemente do que se poderia esperar analisando apenas a Tabela 1, é possível notar que a quantidade de alunos reprovados nesta disciplina é bastante baixa, mas que existe um problema de desistência bastante alto. A Figura 3 mostra a evolução do índice de desistência ao longo dos anos.

Figura 3 - Índice de desistência por ano.



Fonte: Autoria própria.

Comparando os dados apresentados na Figura 1 com os apresentados na Tabela 2, é possível notar que existe uma correlação direta entre a quantidade de médias baixas e o número de desistências, considerando as diferenças do espaço amostral entre os anos.

Para o ano de 2021, os 4 alunos que não compareceram na P1 também não compareceram na P2, o que representa um índice de desistência de 8,2%. Destes 4 alunos, 2 apresentaram uma frequência de 3%, 1 apresentou uma frequência de 57% e o último, uma frequência de 70%, o que indica que metade já desistiu da disciplina logo no início da disciplina. A taxa de reprovação deste ano foi de 0%.

Com a metodologia utilizada, não foi possível identificar uma possível causa para este alto índice de desistência presente, além desta correlação entre a alta quantidade de notas baixas. Estes resultados apontam que existe a necessidade de uma investigação focada nessa questão, com metodologia desenvolvida para determinar suas possíveis causas.

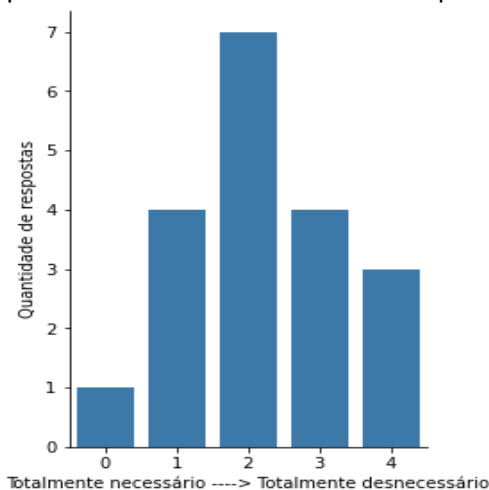
10 A VISÃO DOS ALUNOS

Dos 49 alunos matriculados em 2021, 19 responderam ao questionário, ou seja, 38,8% da turma. As respostas mostram que tanto a disciplina quanto o professor estão bem avaliados pelos alunos. Os objetivos da disciplina estão claros para todos os alunos, em diferentes níveis e a grande maioria enxerga a importância da disciplina, a relação dela com o restante do curso e a contribuição da disciplina em suas próprias formações profissionais. A didática e a organização do professor também são muito bem avaliadas por todos os alunos, em diferentes níveis, assim como a relação entre o conteúdo dado em aula e o exigido nas avaliações.

É possível notar também que a percepção do aprendizado pelos próprios alunos é alta, e que existe um espaço para o aprofundamento da disciplina, mas que este não se faz necessário, conforme mostrado na Figura 4a. As respostas revelam também que os alunos possuíam os pré-requisitos necessários e comprovam que os alunos não procuram o monitor e/ou o professor para tirar dúvidas.

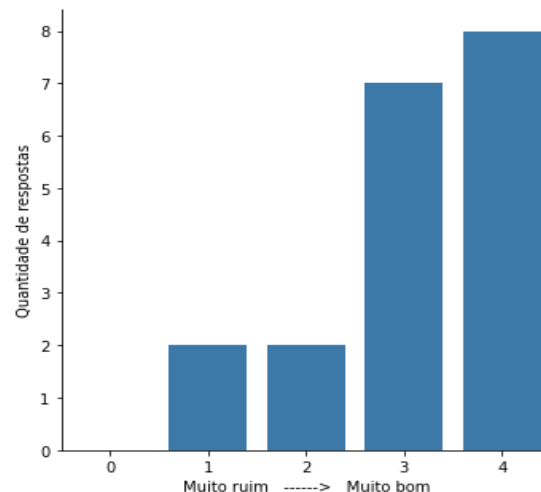
Figura 4 – Possíveis pontos de melhoria

(a) Respostas sobre a necessidade de aprofundamento do conteúdo da disciplina.



Fonte: Autoria própria.

(b) Avaliação do material didático.

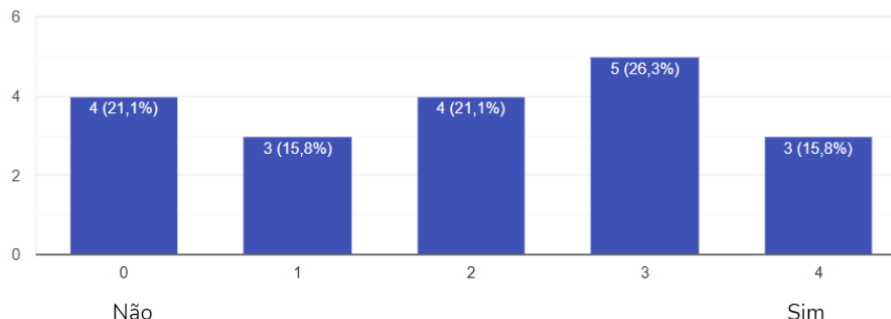


Um espaço para melhorias foi notado no material utilizado pelo professor, como mostrado na Figura 4b. Este resultado pode estar relacionado à questão da pouca tradição do professor em utilizar slides em aulas, como tratado na Seção 6. Ao se analisar estes slides, notou-se que estes estão sendo utilizados como canal principal de transmissão do conteúdo, como um substituto direto da lousa, apresentando então, uma grande quantidade de texto e pouco material gráfico, o que pode explicar em parte o desinteresse e/ou desatenção durante as aulas remotas relatados pelo professor, além de justificar os dados apresentados na Figura 4b. Por isso, foi então sugerido que a forma de utilizar os slides fosse revista.

Foi possível notar também que a disciplina não tem despertado nos alunos a busca por pesquisa nas áreas relacionadas, como trabalho de conclusão de curso e iniciação científica, uma vez que há uma resposta randômica de interesse dos alunos, como apresentado no gráfico da Figura 5. Quando questionado sobre este tema, o professor relatou que cita o LCPI e seus trabalhos acadêmicos, fazendo relações com o conteúdo

ministrado durante as aulas, e que, durante o ensino presencial, oferecia visitas individualizadas para os alunos que tivessem interesse em conhecer o laboratório.

Figura 5 - Respostas sobre se os temas abordados na disciplina despertaram vontade de realizar pesquisas paralelas (iniciação científica, projeto de conclusão de curso, etc.).

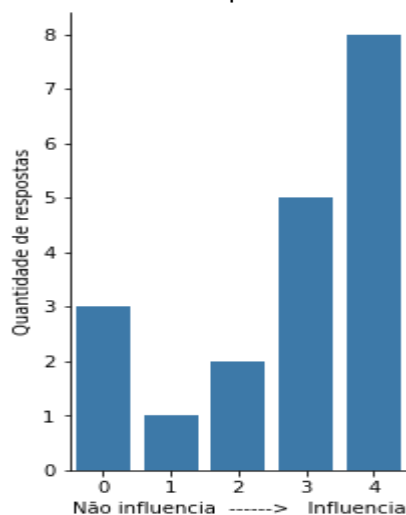


Fonte: Autoria própria.

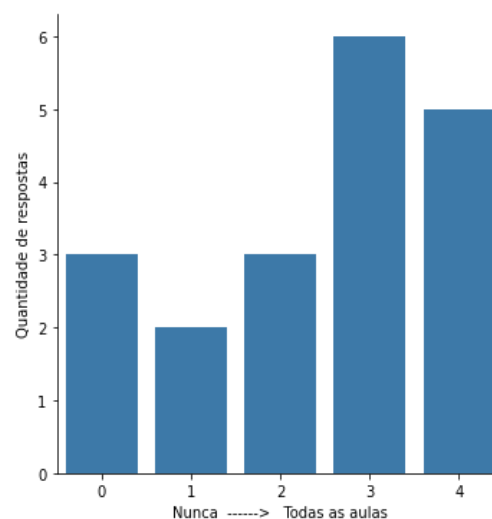
Outro ponto mapeado com esta pesquisa é que muitos alunos não relacionam a presença nas aulas com o seu aprendizado, o que se relaciona também com a quantidade de alunos que responderam que não costumam frequentar as aulas do início ao fim, como mostra respectivamente os gráficos da Figura 6a e 6b. Estes resultados reforçam a sensação de desinteresse nas aulas remotas relatada pelo professor.

Figura 6 – Frequência em aula.

(a) Opinião sobre a influência da frequência nas aulas no aprendizado na disciplina



(b) Frequência em que assistem as aulas do início ao fim.



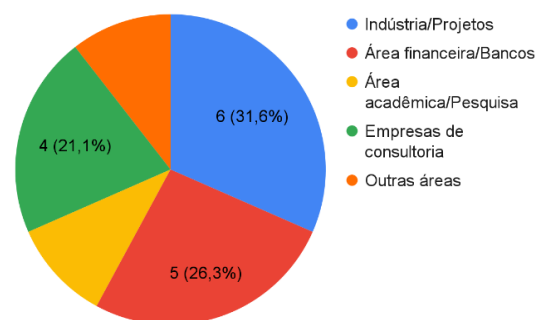
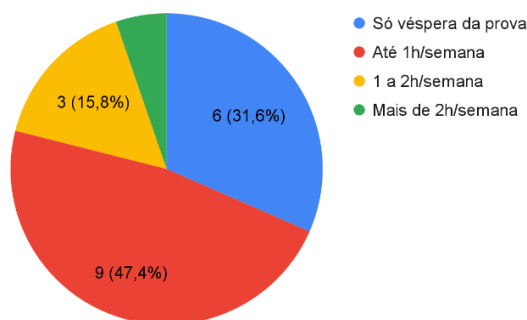
Fonte: Autoria própria.

A respeito do perfil dos estudantes que responderam ao questionário, a maioria se dedica ao estudo contínuo ao longo do semestre, mas 31,6% estudam apenas na véspera das provas, como mostra o gráfico da Figura 9a. Além disso, a maioria dos alunos não pretende seguir carreira na indústria, havendo uma grande parcela que pretende seguir carreira no setor financeiro e outra que pretende buscar uma carreira relacionada a empresas de consultoria, como mostra a Figura 9b.

Figura 9 – Perfil do aluno.

(b) Tempo dedicado ao estudo fora da aula

(b) Carreira pretendida após a formatura



Fonte: Autoria própria.

11 CONCLUSÃO

A disciplina PTC3414 possui aderência ao PPC (COMISSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – ÊNFASE AUTOMAÇÃO E CONTROLE, 2021), é bem estruturada e organizada, e os alunos reconhecem sua importância para a sua formação e a sua relação com as demais disciplinas do curso. O professor e sua didática são muito bem avaliados, fazendo com que sua atuação seja reconhecida pelos alunos.

Um possível ponto de melhoria seria uma revisão do formato dos slides utilizados em aulas remotas. No entanto, esta questão não acarreta um problema de aprendizagem por parte dos alunos.

Foi detectado que a utilização da média de duas provas em vez de três como critério de avaliação torna mais difícil a recuperação dos alunos ao longo do semestre, podendo prejudicá-los. Por isso, se recomenda o retorno da média de 3 provas como critério de avaliação da disciplina.

Foi notada também a existência de um alto índice de desistência, apesar do alto índice de aprovação dos alunos que não desistem da disciplina, e um indício de correlação direta entre o índice de desistência e a quantidade de notas baixas nas provas. No entanto, com os dados coletados e a metodologia adotada, não foi possível determinar a causa deste alto índice de desistência e, por isso, se recomenda uma investigação focada neste ponto, com uma metodologia definida para identificar as possíveis causas. Para isto, é recomendada uma análise do índice de desistência em outras disciplinas, departamentos e na Poli-USP como um todo, além de uma análise dos dados socioeconômicos e entrevistas do corpo discente.

Um ponto que merece destaque se trata da situação atual de desmonte do departamento, que vem sofrendo grandes perdas de docentes sem reposição nos últimos anos, devido à aposentadoria de seus membros, estando cada dia mais próximo de um ponto insustentável.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – ÊNFASE AUTOMAÇÃO E CONTROLE. **Projeto Pedagógico do Curso Habilitação em Engenharia Elétrica Ênfase em Automação e Controle**. São Paulo, 2021.

CONSIDINE, Douglas Maxwell. **Process Instruments and Controls Handbook**. [s.l.] :

McGraw-Hill, 1972.

DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICAÇÕES E CONTROLE (PTC). **Projeto Acadêmico do PTC**. São Paulo. Disponível em: https://www.poli.usp.br/wp-content/uploads/2019/06/PTC-ProjetoAcademico-PTC_versao05nov18.pdf. Acesso em: 19 nov. 2021.

GARCIA, Claudio. **Controle de Processos Industriais**. [s.l.] : Blucher, 2017. v. 1

GARCIA, Claudio. **Controle de Processos Industriais**. [s.l.] : Blucher, 2019. v. 2

GUIMARÃES, Nara Miranda. Questionários de avaliação disciplinar como ferramenta de inovação e melhoria curricular. *In*: COBENGE 2013, Gramado. **Anais [...]**. Gramado

KOPPEL, L. B.; COUGHNOWR, D. R. **Process Systems Analysis and Control**. [s.l.] : McGraw-Hill, 1965.

LIPTAK, B. G. **Instrument Engineers Handbook**. [s.l.] : Chilton, 1985.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 4a. ed. [s.l.] : Prentice-Hall do Brasil, 2003.

SEBORG, D. E.; EDGARD, T. F.; MELLICHAMP, D. A. **Process Dynamics and Control**. 3a. ed. [s.l.] : John Wiley & Sons, 2010.

SHINSKEY, F. G. **Process Control Systems**. 3a. ed. [s.l.] : McGraw-Hill, 1985.

SMITH, C. A.; CORRIPIO, A. B. **Principles and practice of automatic process control**. 3a. ed. [s.l.] : John Wiley & Sons, 2005.

THE NEW TEACHER PROJECT (TNTP). **Teacher evaluation 2.0**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://tntp.org/assets/documents/Teacher-Evaluation-Oct10F.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Informações da disciplina: PTC3414 - Controle de Processos Industriais**. 2021a. Disponível em:

<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=PTC3414>. Acesso em: 19 nov. 2021.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Grade Curricular: Habilitação: Engenharia Elétrica - Ênfase em Automação e Controle**. 2021b. Disponível em:

<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=3&codcur=3032&codhab=3150&tipo=N>. Acesso em: 19 nov. 2021. Apresentadas em ordem alfabética e de acordo com a ABNT NBR 6023.

ANALYSIS OF THE DISCIPLINE INDUSTRIAL PROCESS CONTROL

Abstract: *This paper presents an analysis of the discipline "Industrial Process Control" from Escola Politécnica of the Universidade de São Paulo (Poli-USP), registering not only its present picture and its recent history, but also its initial creation process and analyzing its possible future. Its adherence to the pedagogical plan of the course was analyzed, also its objectives, methods and planning, besides the students vision about the discipline. Based on those analyses, possible suggestions were presented to the responsible professor, and it was detected that the evaluation criteria of an average of only two exams, instead of three, turns student recuperation along the semester more difficult. Furthermore, a high evasion rate was identified, although the high approval rate on this discipline and a research focused on this issue is recommended.*

Keywords: *Pedagogical analysis. Engineering education. Escola Politécnica. Automation and control. Industrial process control.*