

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME DE SOUZA CARVALHO SILVA

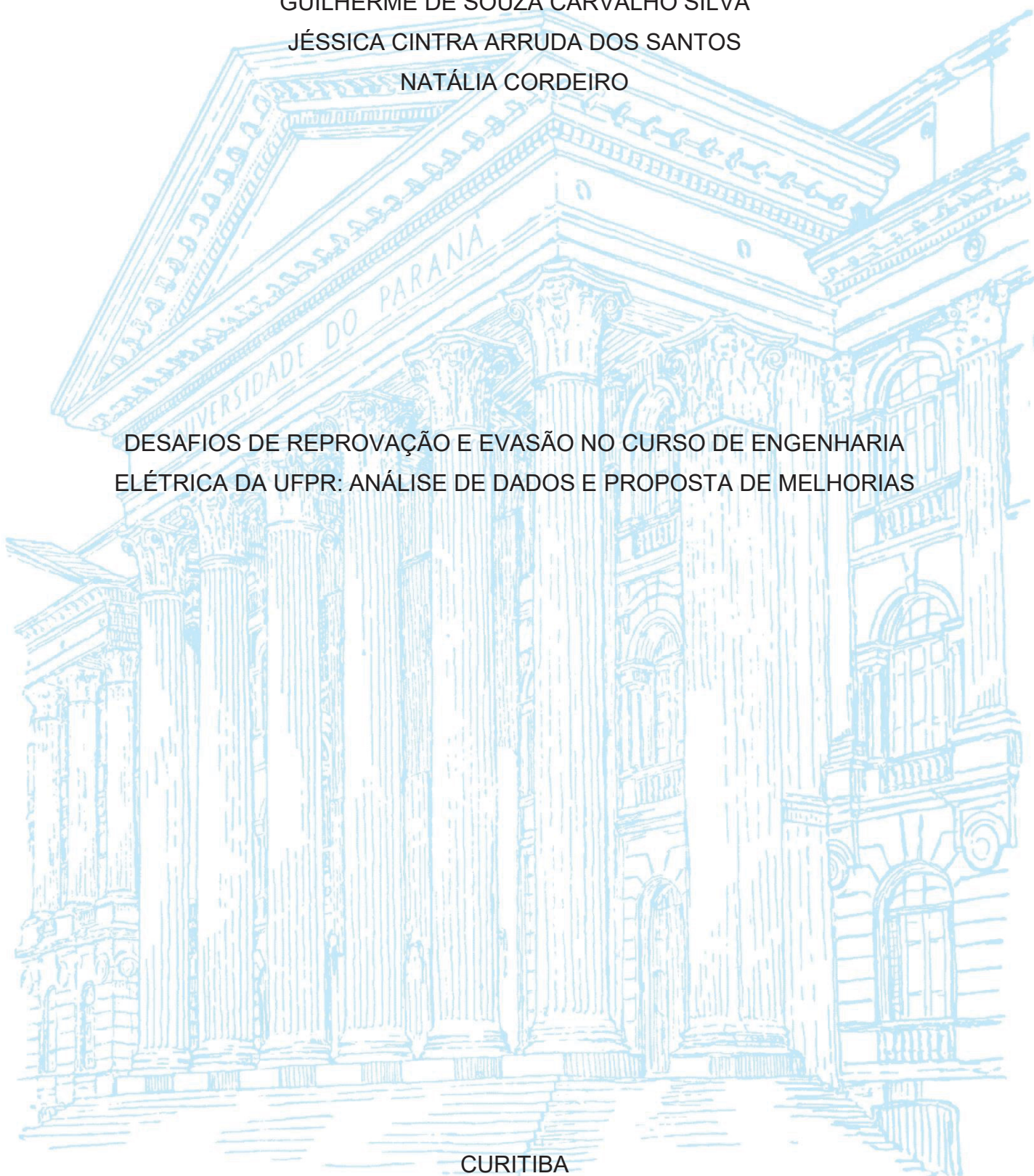
JÉSSICA CINTRA ARRUDA DOS SANTOS

NATÁLIA CORDEIRO

DESAFIOS DE REPROVAÇÃO E EVASÃO NO CURSO DE ENGENHARIA
ELÉTRICA DA UFPR: ANÁLISE DE DADOS E PROPOSTA DE MELHORIAS

CURITIBA

2023



GUILHERME DE SOUZA CARVALHO SILVA
JÉSSICA CINTRA ARRUDA DOS SANTOS
NATÁLIA CORDEIRO

DESAFIOS DE REPROVAÇÃO E EVASÃO NO CURSO DE ENGENHARIA
ELÉTRICA DA UFPR: ANÁLISE DE DADOS E PROPOSTA DE MELHORIAS

Relatório técnico apresentado ao curso de Pós-Graduação em Engenharia da Qualidade 4.0, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Qualidade.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Pereira Detro

Coorientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

CURITIBA

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaríamos de oferecer nossos mais sinceros agradecimentos a todo o corpo docente do InSTA (Instituto de Soluções Tecnológicas Aplicadas) da Universidade Federal do Paraná por nos proporcionarem a bagagem teórica e conhecimentos extraclasse necessários para a construção deste projeto.

De maneira particular, agradecemos ao Prof. Dr. Pablo Deivid Valle pelo árduo trabalho de coordenação do instituto e por sempre ter se mostrado disposto e acessível para atender nossas necessidades. Estendemos nossa gratidão à nossa orientadora, Profa. Dra. Silvana Pereira Detro, que nos apoiou em todo o decorrer deste projeto e assegurou nosso bom desempenho de forma a entregar um trabalho gerador de bons frutos ao Departamento de Engenharia Elétrica.

Agradecemos também ao professor Prof. Dr. James Alexandre Baraniuk, coordenador do curso de graduação em Engenharia Elétrica por disponibilizar dados fidedignos que nos possibilitaram a realização deste estudo de maneira adequada.

Por fim, agradecemos nossas famílias, cônjuges e amigos, que nos apoiaram em nossa busca por conhecimento para nosso avanço profissional e entenderam nossa ausência em tantos compromissos ao longo dos sábados de disciplinas da pós-graduação.

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia”

(William Edwards Deming, 1950)

RESUMO

A Universidade Federal do Paraná (UFPR) valoriza a educação pública de qualidade e busca aprimorar seus cursos, com o propósito de formar profissionais altamente competentes e comprometidos em suas áreas de atuação. A graduação em Engenharia Elétrica desempenha um papel crucial na formação de profissionais competentes diante das constantes transformações tecnológicas. No entanto, o curso enfrenta desafios de alta taxa de reprovação e evasão de alunos, o que pode resultar em prejuízos financeiros aos departamentos envolvidos. Com o intuito de identificar as causas desses problemas e propor soluções eficazes, o presente estudo propõe o uso do método Lean Six Sigma com os objetivos de analisar os fatores predominantes nas reprovações e evasões, reduzir as evasões em 20% e melhorar a experiência dos alunos. A meta é compreender os aspectos relacionados a esses problemas no contexto da graduação em Engenharia Elétrica da UFPR e identificar medidas para enfrentá-los com sucesso.

Palavras-chave: Engenharia Elétrica, reprovação, evasão, análise de dados, soluções, ensino superior.

ABSTRACT

The Federal University of Paraná (UFPR) values quality public education and seeks to improve its courses with the purpose of training highly competent professionals committed to their fields of expertise. The Electrical Engineering undergraduate program plays a crucial role in preparing competent professionals against constant technological transformations. However, the course faces challenges of high rates of student failure and dropout, which can lead to financial losses for the involved departments. In order to identify the causes of these problems and propose effective solutions, the present study suggests using the Lean Six Sigma method with the objectives of analyzing the predominant factors in failures and dropouts, reducing dropouts by 20%, and enhancing the students' experience. The goal is to comprehend the aspects related to these issues in the context of the Electrical Engineering undergraduate program at UFPR and identify measures to successfully address them.

Keywords: Electrical Engineering, failure, evasion, data analysis, solutions, higher education.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 LEAN SIX SIGMA.....	12
1.2 LEAN SIX SIGMA EM SISTEMAS DE EDUCAÇÃO	13
1.3 MÉTODO DMAIC	15
1.3.1 Define	16
1.3.2 Measure	17
1.3.3 Analyse.....	18
1.3.4 Improve	19
1.3.5 Control.....	20
1.4 PROCESSO ESTUDADO	20
2 PROBLEMA	23
2.1 OBJETIVOS	23
2.1.1 Objetivo geral	23
2.1.2 Objetivos específicos.....	23
3 TRATAMENTO DOS DADOS	25
3.1 ORIGEM DE DADOS	25
3.2 MODELAGEM E CORRELAÇÕES	26
3.3 AGRUPAMENTO DE DISCIPLINAS	27
4 LISTAGEM DE CAUSAS POTENCIAIS	29
5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	30
5.1 DEFINIÇÃO DE METAS.....	30
5.2 PANORAMA GERAL.....	30
5.3 ANÁLISE DE ÍNDICES DE REPROVAÇÃO.....	33
5.3.1 Família Matemática	35
5.3.2 Família Engenharia Elétrica	39
5.4 ANÁLISE DE ÍNDICES DE CANCELAMENTO DE DISCIPLINAS.....	44
5.5 ANÁLISE DE ÍNDICES DE EVASÃO	46
6 PROPOSTAS DE MELHORIAS	48
6.1 REAVALIAR A EMENTA E METODOLOGIA DA DISCIPLINA DE PRÉ- CÁLCULO	49
6.2 REAVALIAR A EMENTA E METODOLOGIA DA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR.....	49

6.3 ACOMPANHAR OS ÍNDICES DE TRANCAMENTOS SEMESTRAIS	50
7 ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE GASTOS.....	51
8 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	56
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXO 1 – AGRUPAMENTO DE DISCIPLINAS EM FAMÍLIAS	59
ANEXO 2 – AGRUPAMENTO DE DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS EM FAMÍLIAS	68
ANEXO 3 – PADRONIZAÇÃO DAS DISCIPLINAS DA FAMÍLIA DE MATEMÁTICA	73
ANEXO 4 – SUBDIVISÃO DE DISCIPLINAS DA FAMÍLIA DE ENGENHARIA ELÉTRICA	75

1 INTRODUÇÃO

A educação pública de qualidade é um dos pilares fundamentais da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Como uma instituição de ensino superior de renome nacional e internacional, a UFPR está dedicada ao contínuo aprimoramento de seus cursos, com o propósito de formar profissionais altamente competentes e comprometidos em suas áreas de atuação.

No contexto da oferta diversificada de cursos, a graduação em Engenharia Elétrica assume um papel estratégico e dinâmico devido às constantes transformações tecnológicas e à crescente demanda por especialistas qualificados. O curso de Engenharia Elétrica na UFPR desempenha uma função crucial na preparação de futuros engenheiros, capacitando-os para enfrentar os desafios emergentes da sociedade moderna. Entretanto, é motivo de preocupação constatar que uma parcela significativa dos alunos matriculados não consegue concluir seus estudos dentro do prazo previsto.

As taxas de reprovação em disciplinas e a evasão de estudantes são fenômenos complexos e que podem ser influenciados por uma variedade de fatores. A identificação dessas causas é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes que permitam intervenções e melhorias no ensino, visando a aumentar a retenção dos alunos e reduzir o índice de reprovações nas disciplinas do currículo.

O presente estudo se propõe a identificar os fatores com maior predominância na ocorrência de reprovações em disciplinas ao longo da grade curricular, bem como os causadores de evasões. Uma vez que a universidade pública é gerida com recursos federais repassados anualmente, a redução do corpo discente pode ser refletida em perda financeira aos departamentos envolvidos na oferta de disciplinas para a graduação em Engenharia Elétrica.

Desta forma, justifica-se a aplicabilidade do método Lean Six Sigma para detectar causas raiz dos problemas e propor soluções direcionadas à melhor experiência do aluno de graduação e redução de impactos financeiros negativos aos departamentos.

1.1 LEAN SIX SIGMA

O Lean teve origem no setor de manufatura com o propósito de reduzir ou eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor aos clientes, resultando em maior eficiência nos negócios (Womack *et al.*, 1990; Womack e Jones, 2010; Naslund, 2008). Essa abordagem promove uma melhoria contínua através de uma metodologia própria, envolvendo todos os funcionários em um ambiente organizacional, com foco na aceleração dos processos até o cliente, otimizando as conexões e interfaces entre etapas ou atividades.

Derivado do Sistema de Produção Toyota de Taichi Ohno, o Lean se tornou amplamente difundido em diversos setores (Womack *et al.*, 1990; Sareen *et al.*, 2014). Uma definição comum do Lean é que ele representa um processo dinâmico de mudança, baseado em princípios e melhores práticas voltados para aprimoramento contínuo (Womack *et al.*, 1990; Albiwi *et al.*, 2015). Além de reduzir o desperdício e melhorar o fluxo de processos, outro princípio fundamental é que a demanda é puxada pelos clientes dentro da organização, em vez de a organização empurrar produtos e serviços para uma base de clientes indiferentes. Como resultado, a adoção do Lean leva à produção de produtos de alta qualidade, satisfação dos clientes, atendimento às demandas do mercado e níveis relativamente baixos de estoque (Naslund, 2008).

O Six Sigma é uma abordagem rigorosa, focada e altamente eficaz na implementação de princípios e técnicas comprovadas de qualidade (Pyzdek e Keller, 2014). Seu objetivo é controlar os erros no desempenho dos negócios para o nível extremamente baixo de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades produzidas. Com adoções em destaque por empresas como a General Electric (GE) na década de 1990, o Six Sigma se tornou amplamente disseminado (Goh, 2002). Kumar *et al.* (2008) ressaltaram que um dos mitos mais comuns sobre o Six Sigma é que ele é benéfico apenas para processos de manufatura. Embora inicialmente limitada à manufatura, a aplicação do Six Sigma em serviços enfrentou dificuldades e desafios. Como resultado, o setor de serviços adotou o Six Sigma de maneira mais lenta em comparação com a indústria de manufatura (Furterer e Elshennawy, 2005). No entanto, recentemente, mais organizações de diversos setores têm percebido os benefícios do Lean Seis Sigma na redução de custos e na satisfação dos clientes.

O Lean Six Sigma é uma abordagem que combina os princípios do pensamento Lean e do Six Sigma com o objetivo de reduzir desperdícios, aprimorar o fluxo e diminuir a variação para melhorar a satisfação do cliente (George e George, 2003). Enquanto o Six Sigma se concentra na redução da variação indesejável para o cliente, o Lean Six Sigma aplicado aos serviços é uma metodologia de ambiente empresarial que busca maximizar o valor para os acionistas ao atingir a taxa mais rápida de melhoria na satisfação do cliente, nos custos, na qualidade, na velocidade dos processos e no capital investido.

O Lean Six Sigma aplicado a serviços oferece vastas oportunidades de aprimoramento. Mesmo na indústria de manufatura, apenas 20% dos custos dos produtos são provenientes da mão de obra direta de fabricação, enquanto 80% têm origem em custos indiretos associados a funções de suporte e design (George, 2003), como recursos humanos, contabilidade e relacionamento com o cliente. A literatura sobre a aplicação do Lean Six Sigma em serviços tem se concentrado principalmente em processos altamente repetitivos (Nakhai e Neves, 2009), que compartilham características semelhantes com a manufatura. No entanto, existe uma lacuna de pesquisa para a aplicação prática do Lean Six Sigma em processos de serviço que envolvam componentes de comportamento humano e uma variedade de expectativas dos clientes.

1.2 LEAN SIX SIGMA EM SISTEMAS DE EDUCAÇÃO

O setor de ensino superior enfrenta diversos desafios que também têm impactado outras áreas, como o aumento dos custos, a redução do suporte de recursos e a diminuição da base de estudantes, resultando em um cenário geral de mudanças. Em um ambiente globalizado e altamente competitivo, as Instituições de Ensino Superior (IES) estão em constante competição por estudantes e financiamento, o que as impulsiona a redesenhar seus processos de negócio para reduzir a burocracia administrativa e aprimorar os serviços prestados aos estudantes, parceiros da indústria, corpo docente e pesquisadores (Svensson *et al.*, 2015). Dessa forma, as universidades estão adotando uma abordagem cada vez mais sistemática para melhorar seus processos de negócio.

O ambiente do ensino superior é complexo, com apoio tanto público quanto privado, e exibe variações significativas de país para país. Essa complexidade e a diversidade das IES apresentam outras barreiras para a adoção da filosofia Lean Six Sigma. Tais barreiras incluem a compreensão básica da melhoria contínua, uma estrutura descentralizada que limita o impacto das melhorias nos processos de forma sistemática e a falta de comunicação, compreensão dos tipos e necessidades dos clientes, liderança visionária e comprometimento da gestão (Antony *et al.*, 2012; Svensson *et al.*, 2015).

Antony (2012) observou que o Lean Six Sigma pode ser uma metodologia de resolução de problemas altamente eficaz para rastrear a ineficiência nos processos. No entanto, essa metodologia ainda não foi amplamente adotada por muitas universidades e faculdades, devido ao equívoco tradicional de que ela é exclusivamente destinada a empresas de manufatura. Além disso, a natureza descentralizada das universidades tradicionais e a falta de conexão direta com o núcleo das atividades de pesquisa e educação também contribuem para a adoção lenta do Lean Six Sigma na indústria do ensino superior (Svensson *et al.*, 2015).

Diferentes métodos de pesquisa podem ser empregados em estudos de caso, incluindo experimentação, levantamento de dados e análise de arquivos. Yin (2014) observa que as questões "Como" e "Por que" tendem a favorecer o uso de estudos de caso, experimentação ou análises históricas. Quando há a necessidade de controlar o estudo do comportamento humano e o foco da pesquisa é em eventos contemporâneos, a escolha do método de pesquisa é especialmente importante, principalmente se a estratégia de pesquisa se alinhar a um conjunto específico de condições, como no caso de Instituições de Ensino Superior (IES) (Yin, 1981).

Neste cenário, para aplicar a metodologia Lean Six Sigma para aprimorar processos no Ensino Superior deve ser adotada uma abordagem de estudo de caso único como método de pesquisa qualitativa. Segundo Lee (1999), a unidade de análise em um estudo de caso é o fenômeno em estudo, e a decisão sobre qual unidade considerar é fundamental para a pesquisa. Yin (2009) descreve um estudo de caso como uma investigação empírica que examina um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real. Um estudo de caso envolve uma análise detalhada e intensiva de um único caso - seja uma organização, um local ou um evento isolado

(Bryman e Bell, 2006). O grau de generalização que pode ser inferido de um estudo de caso único é limitado, mas ao documentar as experiências dos casos à luz da literatura existente, cada caso contribui para o acúmulo de conhecimento disponível para futuros profissionais e pesquisadores (Antony *et al.*, 2012).

1.3 MÉTODO DMAIC

Segundo Shankar (2009), o método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) é uma abordagem estruturada e sistemática amplamente utilizada na melhoria de processos e solução de problemas em diversas áreas, incluindo a educação. Para um estudo referente à análise das causas de reprovação e evasão no curso de graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná, o método DMAIC é ideal pelas seguintes características:

- Estrutura organizada: O DMAIC oferece uma estrutura clara e sequencial, dividindo o estudo em etapas distintas. Isso permite que os pesquisadores organizem suas atividades de forma mais eficiente, estabelecendo metas específicas para cada fase do processo;
- Foco na identificação de causas: A primeira etapa do DMAIC, "Definir", exige que o problema seja claramente definido e limitado. Ao aplicar essa fase no estudo, os pesquisadores podem se concentrar nas causas específicas de reprovação e evasão no curso de Engenharia Elétrica, evitando abordagens genéricas ou superficiais;
- Coleta de dados e métricas: A etapa "Medir" enfatiza a coleta de dados relevantes e o estabelecimento de métricas para avaliar o problema em questão. Nesse estudo, essa etapa permitirá a obtenção de informações concretas sobre os índices de reprovação, evasão e outros dados acadêmicos relevantes, garantindo uma análise sólida e fundamentada;
- Análise profunda: A etapa "Analisar" envolve a investigação das causas raiz do problema identificado. No contexto do curso de Engenharia Elétrica, essa fase permitirá uma análise mais aprofundada dos padrões de reprovação e evasão, identificando fatores subjacentes que possam contribuir para essas ocorrências;

- Proposta de soluções eficazes: A etapa "Melhorar" é onde as soluções são propostas e implementadas com base na análise dos dados. Com o DMAIC, as soluções são baseadas em evidências, o que aumenta a probabilidade de serem eficazes e direcionadas para os problemas específicos identificados no curso de Engenharia Elétrica;
- Controle contínuo: A última etapa, "Controlar", envolve a implementação de medidas para monitorar e manter a melhoria contínua. Isso é especialmente relevante para uma universidade, onde as dinâmicas podem mudar com o tempo. O DMAIC permite a criação de mecanismos de acompanhamento para garantir que as soluções implementadas tenham um impacto positivo e duradouro.

Portanto, o método DMAIC é aplicável ao estudo de análise das causas de reprovação e evasão no curso de graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná, pois fornece uma estrutura lógica e sistemática para abordar o problema, garantindo que as decisões sejam baseadas em dados e que as soluções propostas sejam efetivas e sustentáveis ao longo do tempo. Desta forma, foram desenvolvidas as etapas do DMAIC como descrito nos itens abaixo.

1.3.1 Define

A primeira etapa do método DMAIC é a "Define", onde o problema é claramente definido são determinados os entregáveis que se desejam ser atingidos. Para o estudo referente à análise das causas de reprovação e evasão no curso de graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná, os quatro passos executados foram:

- *Estabelecimento de Metas*: Determinação clara das metas específicas do estudo, que devem responder às principais questões do problema em questão. As metas devem ser mensuráveis, alcançáveis e relevantes para o contexto do curso de Engenharia Elétrica.
- *Identificação das Partes Interessadas*: Identificação de todas as partes interessadas para que se possam traçar planos de correção passíveis de implementação e que envolvam todas as esferas impactadas.

- *Determinação do Escopo do Projeto:* Definição do escopo do projeto de forma a delimitar o foco da pesquisa, garantindo que as atividades estejam bem direcionadas e considerando os seguintes aspectos:
 - Análise dos dados acadêmicos dos últimos 5 anos, incluindo índices de reprovação e evasão por disciplina e por etapa do curso;
 - Busca de possíveis causas raiz;
 - Avaliação das políticas e programas de apoio acadêmico atualmente oferecidos pela universidade para determinar soluções;
 - Definição de metas atingíveis.
- *Benefícios Esperados:* Listagem dos benefícios que se espera alcançar com o estudo.

Ao final da primeira etapa (Define) do estudo DMAIC, era esperada uma compreensão clara do problema, metas bem estabelecidas, partes interessadas identificadas e um escopo definido para orientar as próximas etapas do processo de análise das causas de reprovação e evasão no curso de graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná.

1.3.2 Measure

- *Coleta de Dados:* Nesta etapa, foram obtidos dados relevantes para análise das reprovações por professor e por disciplina, bem como a quantidade de evasões e trancamentos no curso de Engenharia Elétrica diretamente do portal oficial da UFPR. A coleta abrangeu um período retroativo de 5 anos e foi realizada de forma anônima e confidencial, garantindo a privacidade dos envolvidos sem comprometer a fidelidade dos dados;
- *Organização e Tabulação:* Os dados coletados foram organizados e tabulados, permitindo a identificação das taxas de reprovação por disciplina e a variação desses índices entre os professores responsáveis. Esta organização proporcionou uma visão detalhada sobre as disciplinas e docentes que apresentaram maior número de reprovações, possibilitando uma compreensão mais precisa dos desafios enfrentados pelos estudantes em relação ao desempenho acadêmico;

- *Análise de Evasões e Trancamentos:* Além das reprovações, a quantidade de evasões e trancamentos também foi analisada para compreender a taxa de abandono do curso. Essas informações foram cruzadas com os dados de reprovação, buscando identificar possíveis correlações entre essas variáveis. Essa análise permitiu compreender a relação entre o desempenho acadêmico e a decisão dos estudantes de deixar o curso;
- *Metodologia de Modelagem:* Descrita de forma detalhada no item 2.1., a análise foi embasada em técnicas estatísticas e ferramentas de análise de dados, utilizando uma abordagem de modelagem de dados. Assim, foi proporcionada uma visão abrangente e objetiva dos dados coletados, permitindo a identificação de padrões, tendências e possíveis fatores associados às reprovações, evasões e trancamentos.

1.3.3 Analyse

- *Análise das Tabelas Relacionadas:* Foi realizada a observação crítica das informações obtidas por meio das tabelas relacionadas à disciplina, discentes e histórico escolar. Com base nos relacionamentos entre as entidades, foram identificadas as possíveis causas de reprovações e evasões no curso de Engenharia Elétrica da UFPR;
- *Disciplinas:* A carga horária total (CH Total) das disciplinas foi apontada como um dos principais índices a influenciar nas reprovações, especialmente em matérias cruciais para a retenção do discente na graduação. Cargas horárias específicas, como CH Semanal, CH Laboratório e CH Orientada, poderiam indicar dificuldades em certas atividades práticas ou necessidade de maior prática. A natureza da disciplina (obrigatória ou optativa) também poderia influenciar a dedicação dos alunos em determinadas áreas de estudo;
- *Discentes:* A carga horária integralizada, tanto obrigatória quanto optativa, foi observada como um indicativo de se os alunos estão acompanhando o currículo proposto ou se optam por disciplinas mais fáceis. A carga horária matriculada (Total) poderia revelar se os alunos estão sobrecarregados com muitas disciplinas em um mesmo período. A situação atual do aluno

(aprovação, reprovação, trancamento ou abandono) também foi considerada fundamental para identificar os alunos em risco de reprovação ou evasão;

- *Histórico Escolar*: As notas obtidas pelo aluno em cada disciplina precisaram ser avaliadas para apontar áreas de estudo onde os alunos apresentam maior dificuldade;
 - A frequência do aluno em cada disciplina foi apontada como indicativo da dedicação do estudante às aulas e atividades práticas, bem como o status atual do aluno em cada disciplina (aprovação, reprovação, trancamento ou abandono) para identificar os padrões de desempenho;
- *Apontamento de Possíveis Causas de Reprovação e Evasão*: Observação da sobrecarga de disciplinas ou carga horária excessiva poderia auxiliar a identificar alunos com muitas disciplinas e conseqüentemente dificuldade em administrar o tempo de estudo e de se dedicar adequadamente a todas as matérias.
 - Falta de dedicação dos alunos: Baixas frequências e notas podem indicar falta de empenho dos estudantes nas atividades acadêmicas;
 - Dificuldades específicas em áreas de estudo: Disciplinas com altas taxas de reprovação podem indicar áreas de conhecimento onde os alunos enfrentam mais desafios;
 - Desinteresse ou escolha de disciplinas mais fáceis: Alunos podem optar por disciplinas menos desafiadoras, mas que não contribuem para sua formação completa como engenheiros eletricitas;
 - Abandono ou trancamento de disciplinas: A evasão pode ocorrer devido a problemas acadêmicos, pessoais ou falta de interesse no curso.

1.3.4 Improve

Com base na etapa “Analyse” foi possível direcionar as soluções propostas na etapa “Improve”, considerando medidas efetivas como a reestruturação da grade curricular para melhor distribuição da carga horária, implementação de atividades de apoio e tutoria, melhoria na metodologia de ensino, estímulo ao engajamento dos alunos e identificação precoce de estudantes em risco de evasão.

1.3.5 Control

A fase "Control" teve como objetivo garantir que as soluções implementadas na etapa "Improve" sejam sustentáveis ao longo do tempo e continuem a gerar resultados positivos. Nesta etapa, foram estabelecidos sistemas de monitoramento e controle para acompanhar o desempenho do curso e as taxas de reprovação e evasão, bem como realizar ajustes caso necessário.

1.4 PROCESSO ESTUDADO

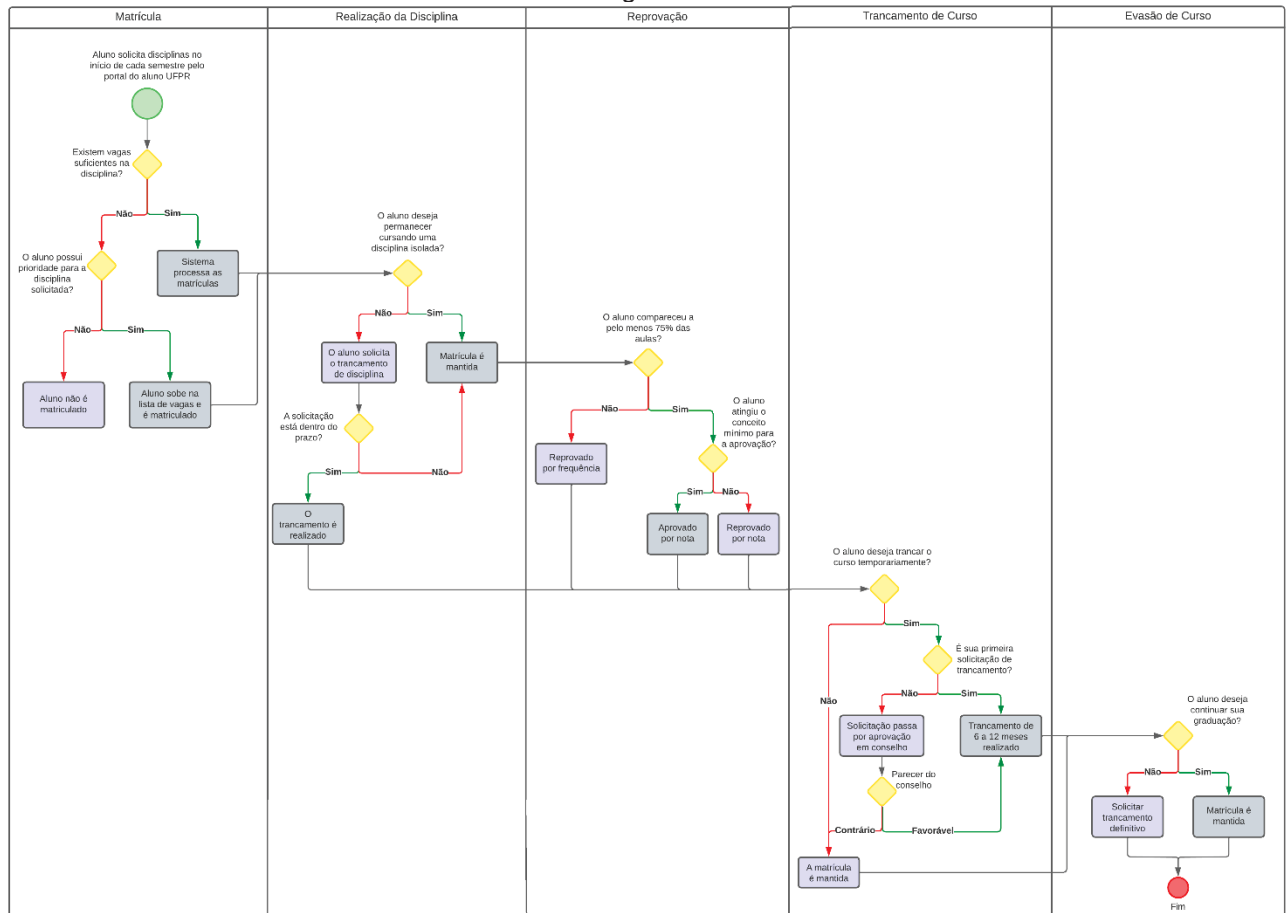
O estudo de caso do presente trabalho refere-se ao processo de conclusão das disciplinas da grade curricular da graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná. Isto envolve a realização de matrículas por parte dos discentes, aprovação nas matérias obrigatórias e optativas, execução das horas em atividades complementares e estágio e finalização do trabalho de conclusão de curso.

A Figura 1 abaixo sumariza o processo em que surgem altas taxas de reprovações e de evasão, impedindo o objetivo de fim da graduação.

A matrícula ocorre semestralmente, uma vez que a oferta de disciplinas do curso segue esta periodicidade, de acordo com o calendário acadêmico definido pelo Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) da UFPR. Para ingressantes de primeiro semestre (calouros), não é necessário a solicitação de matrícula, uma vez que são automaticamente vinculados às disciplinas inicial do currículo da graduação.

A solicitação de disciplinas é realizada pelo discente de forma *online* no Portal de Sistemas da UFPR dentro do período previsto em calendário acadêmico. Após esta etapa, as solicitações são processadas de acordo com o número de vagas disponíveis e com a prioridade dos alunos, pautada pelo Art. 49 da Resolução CEPE 37/97. Encerrado o processamento das matrículas há o período de reajuste, no qual o discente pode optar pelo cancelamento de disciplinas sem contabilização no seu Índice de Rendimento Acadêmico (IRA).

FIGURA 1 – Fluxograma do Processo



FONTE: Os autores (2023).

Em casos em que o cancelamento não seja mais possível, ou que o aluno realmente deseje cursar a disciplina, cabe ao mesmo cumprir os critérios mínimos de aprovação, sendo eles um índice de frequência de pelo menos 75% e nota até 70 (sem exame) ou 50 (após exame), conforme previsto pela Resolução CEPE 37/97. Se um ou mais destes requisitos não for cumprido, considera-se o aluno como reprovado em tal disciplina, constando em seu histórico escolar.

É assegurado ao discente o direito de trancamento de curso por iniciativa própria através do Portal de Sistemas da UFPR. Para que o trancamento seja permitido deve ser solicitado dentro do período previsto em calendário acadêmico e o aluno deve ter pelo menos uma disciplina vencida em seu histórico por aprovação e ter tempo hábil para integralizar o curso após o destrancamento. Para situações excepcionais a estes requisitos, é previsto em resolução da Universidade (97-A/15-CEPE) que a decisão cabe ao Colegiado de Curso. Após aprovado e findado o período

de trancamento, o discente deve realizar o procedimento de solicitação de disciplinas para concluir sua graduação.

Caso o aluno deseje cancelar seu registro acadêmico no curso de Engenharia Elétrica, com ou sem trancamento semestral prévio, é solicitado à Coordenação de Curso via formulário previsto no Art. 33 da Resolução CEPE 37/97 informando o motivo do cancelamento. Desta forma seu vínculo com a Universidade Federal do Paraná é findado de forma definitiva.

2 PROBLEMA

Apesar dos esforços institucionais, o curso de Engenharia Elétrica tem enfrentado desafios significativos relacionados às altas taxas de reprovação e evasão. No período de 2018 a 2022 observou-se um aumento expressivo dos índices relativos a estes dois aspectos, o que alertou a Coordenação do Curso de graduação a executar este estudo.

O aumento de alunos reprovados e de desistências da graduação antes do seu período de conclusão representam uma preocupação ao corpo docente, uma vez que impactam diretamente nas análises feitas pelo MEC (Ministério da Educação) e podem significar sanções ao departamento de Engenharia Elétrica pela queda em seu rendimento.

2.1 OBJETIVOS

Os objetivos abaixo foram elaborados de forma a permitir uma análise fiel da situação atual, bem como propor soluções assertivas para a redução e eventual melhora nas taxas de reprovação e redução de evasões em 20%.

A declaração de metas foi construída visando uma estrutura de objetivos atingíveis, específicos, mensuráveis, relevantes e realistas ao cenário da graduação em Engenharia Elétrica da UFPR.

2.1.1 Objetivo geral

Analisar aspectos relacionados às evasões e reprovações no curso de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Paraná, buscando compreender os principais fatores que contribuem para esses problemas e identificar possíveis medidas para reduzi-los.

2.1.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais motivos que levam os estudantes a abandonarem o curso de Engenharia Elétrica na Universidade, por meio da análise de dados do histórico recente do curso, incluindo frequência de evasão, padrões sazonais e razões declaradas pelos estudantes;

- Realizar uma análise aprofundada dos índices de reprovação em disciplinas específicas do curso de Engenharia Elétrica, buscando identificar as matérias que apresentam maior dificuldade para os estudantes e investigar os possíveis fatores que contribuem para essas dificuldades;
- Avaliar a incidência de evasão nas diferentes famílias de disciplinas dentro do curso de Engenharia Elétrica, analisando em quais etapas é mais recorrente o trancamento e desistência dos estudantes, com o intuito de compreender os padrões e direcionar medidas preventivas;
- Investigar as estratégias de apoio acadêmico oferecidas pela universidade aos estudantes do curso de Engenharia Elétrica, verificando sua efetividade na redução das evasões e reprovações, avaliando o grau de utilização com essas iniciativas;
- Propor medidas e recomendações concretas para reduzir as taxas de evasão e reprovação no curso de Engenharia Elétrica, baseando-se nos resultados das análises anteriores, e considerando a implementação de políticas de acompanhamento acadêmico, intervenções pedagógicas e aprimoramento das estratégias de apoio já existentes.

Com esses objetivos específicos, o estudo focou em abordar as questões-chave relacionadas à evasão e reprovação no curso de graduação em Engenharia Elétrica, permitindo uma análise detalhada e oferecendo insights valiosos para a tomada de decisões e o desenvolvimento de medidas eficazes para melhorar a qualidade do ensino e a retenção de estudantes.

3 TRATAMENTO DOS DADOS

3.1 ORIGEM DE DADOS

Os dados utilizados para a construção deste estudo foram disponibilizados pela Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica diretamente do portal centralizador de dados históricos da Universidade Federal do Paraná. As extrações foram feitas diretamente do portal em arquivos .x/sx e todas as informações pessoais de discentes e docentes foram mascaradas de forma a proteger suas identidades.

Na Tabela 1 abaixo encontra-se um resumo das extrações realizadas e os dados disponíveis em cada uma delas.

TABELA 1 – Extrações e dados disponibilizados para o estudo

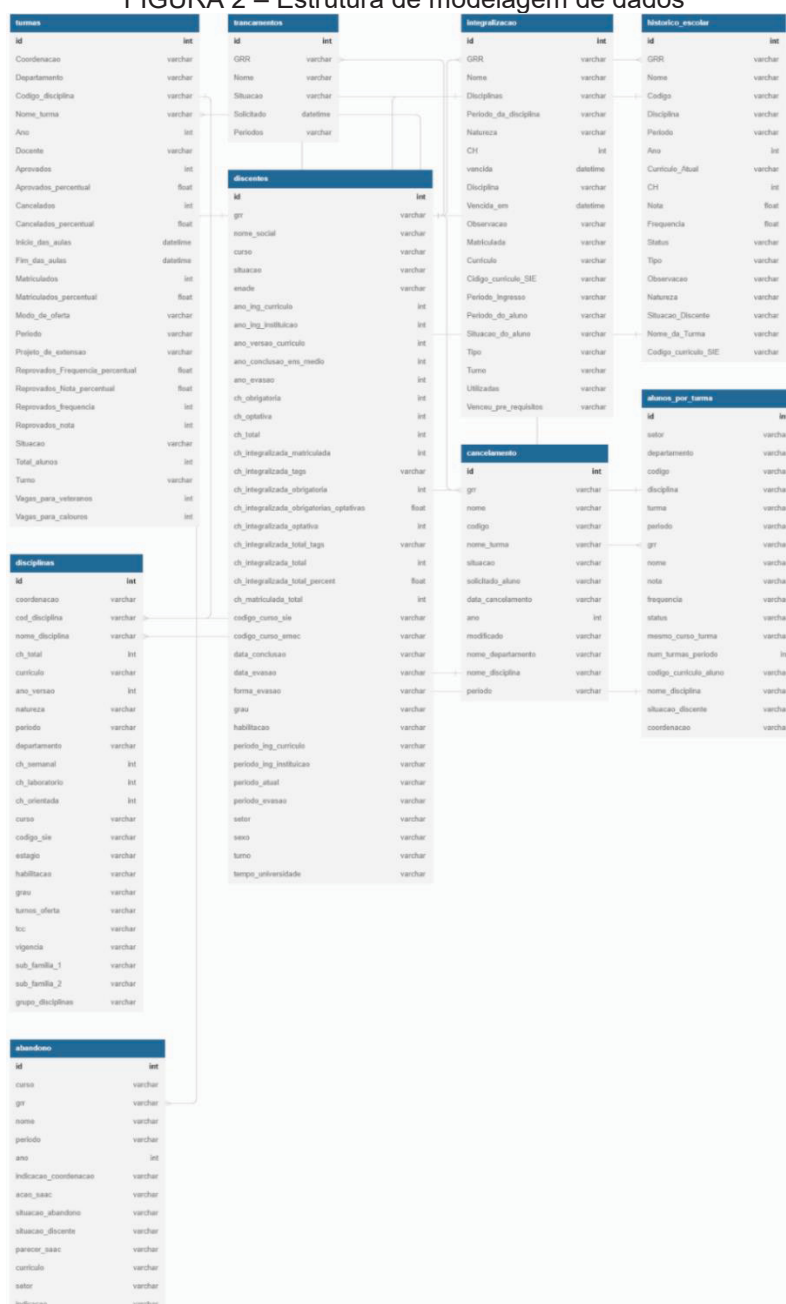
Extração	Dados
Abandono	Registro e nome do aluno, Ano e data do cancelamento de registro, Situação, Currículo e Parecer.
Alunos por turma	Registro e nome do aluno, Setor/departamento/código/nome da disciplina, Ano e Período, Situação do discente e Número de turmas no período.
Cancelamento	Registro e nome do aluno, Código da disciplina, Identificação da turma, Data da solicitação, Indicador de solicitação feita pelo aluno ou não.
Discentes	Registro e nome do aluno, Situação do registro, Regularização com Enade, Ano de ingresso e conclusão/evasão, Carga horária cumprida e Período atual.
Disciplinas	Código e nome da disciplina, Currículo a qual pertence, Natureza, Período, Carga horária, Turnos de oferta e Vigência.
Histórico Escolar	Registro e nome do aluno, Código e nome da disciplina, Período em que cursou, Carga horária, Nota, Frequência, Status, Situação do discente, Código do currículo.
Integralização	Registro e nome do aluno, Código/período/natureza/carga horária da disciplina, Indicador de conclusão ou não da disciplina, Código do currículo, Disciplinas usadas para fazer a correlação.
Trancamentos	Registro e nome do aluno, Situação da solicitação de trancamento, Ano de solicitação, Períodos trancados.
Turmas	Coordenação/departamento/código/nome da disciplina, Nome da turma, Ano, Docente, Taxa de reprovados (por nota e frequência), Situação da disciplina, Total de alunos, Turno e Distribuição das vagas.

FONTE: Os autores (2023).

3.2 MODELAGEM E CORRELAÇÕES

Com o objetivo de cruzar os dados disponíveis nas extrações apresentadas no item 3.1., foi realizada a modelagem dos mesmos em tabelas específicas, para que fosse possível realizar uma estratificação complexa e determinação precisa das causas raiz. A Figura 2 abaixo ilustra como foram correlacionados os dados disponíveis.

FIGURA 2 – Estrutura de modelagem de dados



FONTE: Os autores (2023).

As tabelas mencionadas estão relacionadas entre si por meio de entidades em comum, que permitem a interligação de informações específicas e importantes para o contexto acadêmico. Abaixo mais informações sobre os relacionamentos entre as entidades:

- A tabela "turmas" se relaciona com a tabela "disciplinas" por meio do "Codigo disciplina", que permite identificar a disciplina associada à turma, enquanto o "Nome turma", "Ano" e "Turno" caracterizam a própria turma.
- A tabela "trancamentos" se relaciona com a tabela "discentes" por meio do "GRR", que é o identificador único do aluno, permitindo saber quais alunos solicitaram o trancamento.
- A tabela "integralização" se relaciona com as tabelas "discentes" e "disciplinas" por meio do "GRR" e "Disciplina", que permitem identificar quais disciplinas cada aluno cursou e se ele as integralizou em seu currículo.
- A tabela "histórico escolar" se relaciona com as tabelas "discentes" e "disciplinas" por meio do "GRR", "Código" e "Disciplina", que permitem saber o histórico de notas e frequência de cada aluno em cada disciplina que cursou.
- A tabela "cancelamento" se relaciona com a tabela "alunos_por_turma" por meio do "Código", permitindo identificar quais alunos cancelaram a matrícula em cada turma.
- A tabela "alunos_por_turma" se relaciona com as tabelas "turmas" e "discentes" por meio do "Código", permitindo identificar quais alunos estão matriculados em cada turma e em que situação estão.
- A tabela "abandono" se relaciona com as tabelas "discentes" e "curso" por meio do "GRR" e "Curso", permitindo identificar quais alunos abandonaram o curso e em que período isso ocorreu.

3.3 AGRUPAMENTO DE DISCIPLINAS

O período analisado por este estudo foi dos anos letivos de 2018 a 2022. Como o curso de graduação em Engenharia Elétrica passou por uma reformulação recente de currículo, e por possuir uma extensa gama de áreas de conhecimento em sua grade curricular, se fez necessário o agrupamento de disciplinas em famílias.

No Anexo 1 deste documento se encontra discriminada a divisão de todas as disciplinas cursadas por discentes do curso de graduação em Engenharia Elétrica no período estudado. As famílias de disciplinas escolhidas para a realização da análise estão descritas na Tabela 2 abaixo.

TABELA 2 – Famílias de Disciplinas

ADMINISTRAÇÃO
CIENCIA DA COMPUTACAO
CIENCIAS SOCIAIS
ELETRONICA
ELETROTECNICA
ENERGIA
ENGENHARIA
ENGENHARIA ELETRICA
ESTÁGIO
EXTENSAO
FISICA
LINGUAS
MATEMATICA
QUIMICA
TCC
TELECOMUNICACOES

FONTE: Os autores (2023).

Devido à alta variedade de disciplinas optativas que poderiam ser cursadas pelos discentes, optou-se por centralizar o estudo apenas com matérias obrigatórias dos currículos vigentes no período de 2018 a 2022.

Foram analisados 35.941 registros no período escolhido, referentes a 204 disciplinas obrigatórias de todos os currículos vigentes durante estes anos. No Anexo 2 estão listadas as disciplinas obrigatórias de cada agrupamento de família.

4 LISTAGEM DE CAUSAS POTENCIAIS

Para identificar possíveis causas de reprovações foi necessário analisar as tabelas relacionadas às disciplinas, discentes e histórico escolar. Algumas informações importantes consideradas nesta análise foram:

I. Disciplinas:

- a. CH Total: carga horária total da disciplina, que pode ser alta e dificultar a aprovação se o aluno não se dedicar o suficiente;
- b. Ch Semanal, Ch laboratório, Ch orientada: carga horária específica de cada atividade da disciplina, que pode indicar a necessidade de mais prática ou estudo em determinadas áreas;

II. Discentes:

- a. CH Integralizada: carga horária integralizada pelo aluno, que pode indicar se o aluno está acompanhando bem o currículo obrigatório ou optando por disciplinas mais fáceis;
- b. CH Matriculada (Total): carga horária matriculada pelo aluno, que pode indicar se o aluno está sobrecarregado ou não se dedicando o suficiente;
- c. Situação: situação atual do aluno, que pode ser de aprovação, reprovação, trancamento ou abandono.

III. Histórico Escolar:

- a. Nota: nota obtida pelo aluno em cada disciplina, que pode indicar a dificuldade do aluno em determinada área de estudo;
- b. Frequência: frequência do aluno em cada disciplina, que pode indicar a dedicação do aluno nas aulas e atividades práticas;
- c. Status: status atual do aluno em cada disciplina, que pode ser de aprovação, reprovação, trancamento ou abandono.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados das análises realizadas.

5.1 DEFINIÇÃO DE METAS

Estabelecimento de Metas: Foram determinadas as seguintes metas resultantes da análise dos dados

- Reduzir a taxa de reprovação nos próximos anos;
- Diminuir a taxa de evasão no mesmo período em 20%;
- Melhorar o índice de retenção dos alunos que completam o curso dentro do prazo estipulado.

Identificação das Partes Interessadas:

- Alunos do curso de Engenharia Elétrica, que são diretamente afetados pela reprovação e evasão;
- Professores e corpo docente, responsáveis pelo ensino e orientação dos alunos;
- Coordenação do curso, que tem interesse em manter a qualidade do curso e a reputação da instituição;
- Administração da UFPR, que busca melhorar os índices de retenção e conclusão dos alunos.

Benefícios Esperados:

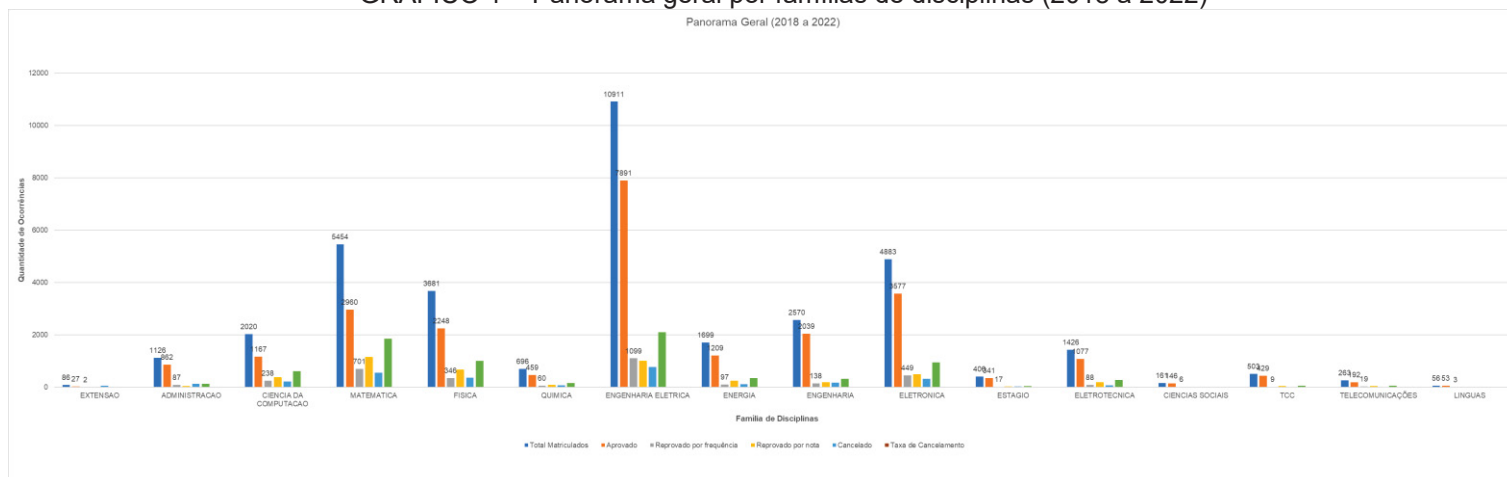
- Melhoria da qualidade do ensino, tornando-o mais eficiente e eficaz;
- Maior retenção dos alunos no curso, o que pode aumentar a satisfação dos estudantes e a reputação da instituição;
- Redução dos custos associados à evasão e à necessidade de cursos de recuperação;
- Formação de profissionais mais qualificados e preparados para o mercado de trabalho.

5.2 PANORAMA GERAL

De forma a compreender o comportamento das ocorrências de matriculados em disciplinas, reprovados por frequência ou nota e cancelamentos de disciplinas, se

fez necessário o levantamento do panorama geral durante os anos de 2018 a 2022. No Gráfico 1 abaixo estão dispostos os comportamentos totais dos 35.941 registros referentes a estes índices.

GRÁFICO 1 – Panorama geral por famílias de disciplinas (2018 a 2022)



FONTE: Os autores (2023).

Na Tabela 3 abaixo estão dispostos os dados responsáveis pela construção do Gráfico 1 e pelo cálculo das taxas de reprovação e cancelamento de disciplinas apresentadas nas Tabelas 4 e 5.

TABELA 3 – Dados gerais de reprovação e cancelamento de disciplinas de 2018 a 2022

Família	Total Matriculados	Aprovados	Reprovado por frequência	Reprovado por nota	Cancelado
ADMINISTRACAO	1126	862	87	42	126
CIENCIA DA COMPUTACAO	2020	1167	238	369	211
CIENCIAS SOCIAIS	161	146	6	2	7
ELETRONICA	4883	3577	449	495	313
ELETROTECNICA	1426	1077	88	186	67
ENERGIA	1699	1209	97	249	119
ENGENHARIA	2570	2039	138	182	172
ENGENHARIA ELETRICA	10911	7891	1099	1003	776
ESTÁGIO	406	341	17	18	24
EXTENSAO	86	27	2	0	57
FISICA	3681	2248	346	664	367
LINGUAS	56	53	3	0	0
MATEMATICA	5454	2960	701	1155	553
QUIMICA	696	459	60	90	69
TCC	503	429	9	41	15
TELECOMUNICAÇÕES	263	192	19	42	3

FONTE: Os autores (2023).

Pelos dados levantados pode-se perceber uma maior concentração de matrículas na família de disciplinas de Engenharia Elétrica, uma vez que representam a maioria das disciplinas obrigatórias do curso. Em ordem decrescente, é seguida pelas famílias de disciplinas de Matemática, Eletrônica e Física, que estão predominantemente distribuídas nos primeiros períodos de graduação, onde se encontram a maior parte dos discentes.

De forma a direcionar as próximas análises descritas nos itens a seguir, foram calculadas as taxas de reprovação e cancelamentos conforme os dados dispostos no Gráfico 1. Nas Tabelas 4 e 5 a seguir são apresentadas em ordem decrescente as taxas de reprovação (por nota e frequência) e de cancelamentos, respectivamente.

TABELA 4 – Dados gerais e taxas de reprovação (2018 a 2022)

Família	Reprovado por frequência	Reprovado por nota	Total Reprovados	Taxa de Reprovação
MATEMATICA	701	1155	1856	34,03%
CIENCIA DA COMPUTACAO	238	369	607	30,05%
FISICA	346	664	1010	27,44%
TELECOMUNICAÇÕES	19	42	61	23,19%
QUIMICA	60	90	150	21,55%
ENERGIA	97	249	346	20,36%
ELETRONICA	449	495	944	19,33%
ENGENHARIA ELETRICA	1099	1003	2102	19,26%
ELETROTECNICA	88	186	274	19,21%
ENGENHARIA	138	182	320	12,45%
ADMINISTRACAO	87	42	129	11,46%
TCC	9	41	50	9,94%
ESTÁGIO	17	18	35	8,62%
LINGUAS	3	0	3	5,36%
CIENCIAS SOCIAIS	6	2	8	4,97%
EXTENSAO	2	0	2	2,33%

FONTE: Os autores (2023).

TABELA 5 - Dados gerais e taxas de cancelamento de disciplinas (2018 a 2022)

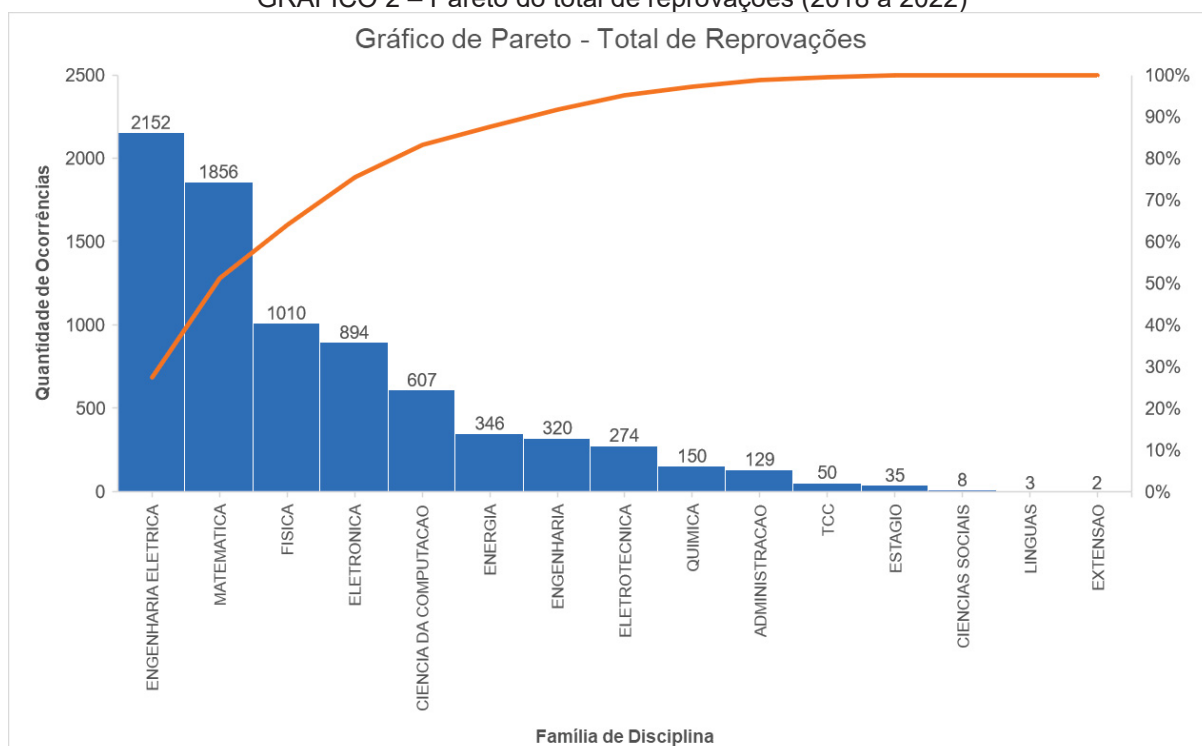
Família	Cancelado	Taxa de Cancelamento
EXTENSAO	57	66,28%
ADMINISTRACAO	126	11,19%
CIENCIA DA COMPUTACAO	211	10,45%
MATEMATICA	553	10,14%
FISICA	367	9,97%
QUIMICA	69	9,91%

ENGENHARIA ELETRICA	776	7,11%
ENERGIA	119	7,00%
ENGENHARIA	172	6,69%
ELETRONICA	313	6,41%
ESTÁGIO	24	5,91%
ELETROTECNICA	67	4,70%
CIENCIAS SOCIAIS	7	4,35%
TCC	15	2,98%
TELECOMUNICAÇÕES	3	1,14%
LINGUAS	0	0,00%

5.3 ANÁLISE DE ÍNDICES DE REPROVAÇÃO

Para o estudo aprofundado dos índices de reprovação, iniciou-se a análise com a construção do Gráfico de Pareto. Desta forma é possível observar quais famílias de disciplinas são responsáveis pela maior proporção das ocorrências, divididas em reprovações por frequência, por nota e totais. No Gráfico 2 abaixo está demonstrado o comportamento das famílias de disciplinas para o total de reprovações no período entre 2018 e 2022.

GRÁFICO 2 – Pareto do total de reprovações (2018 a 2022)

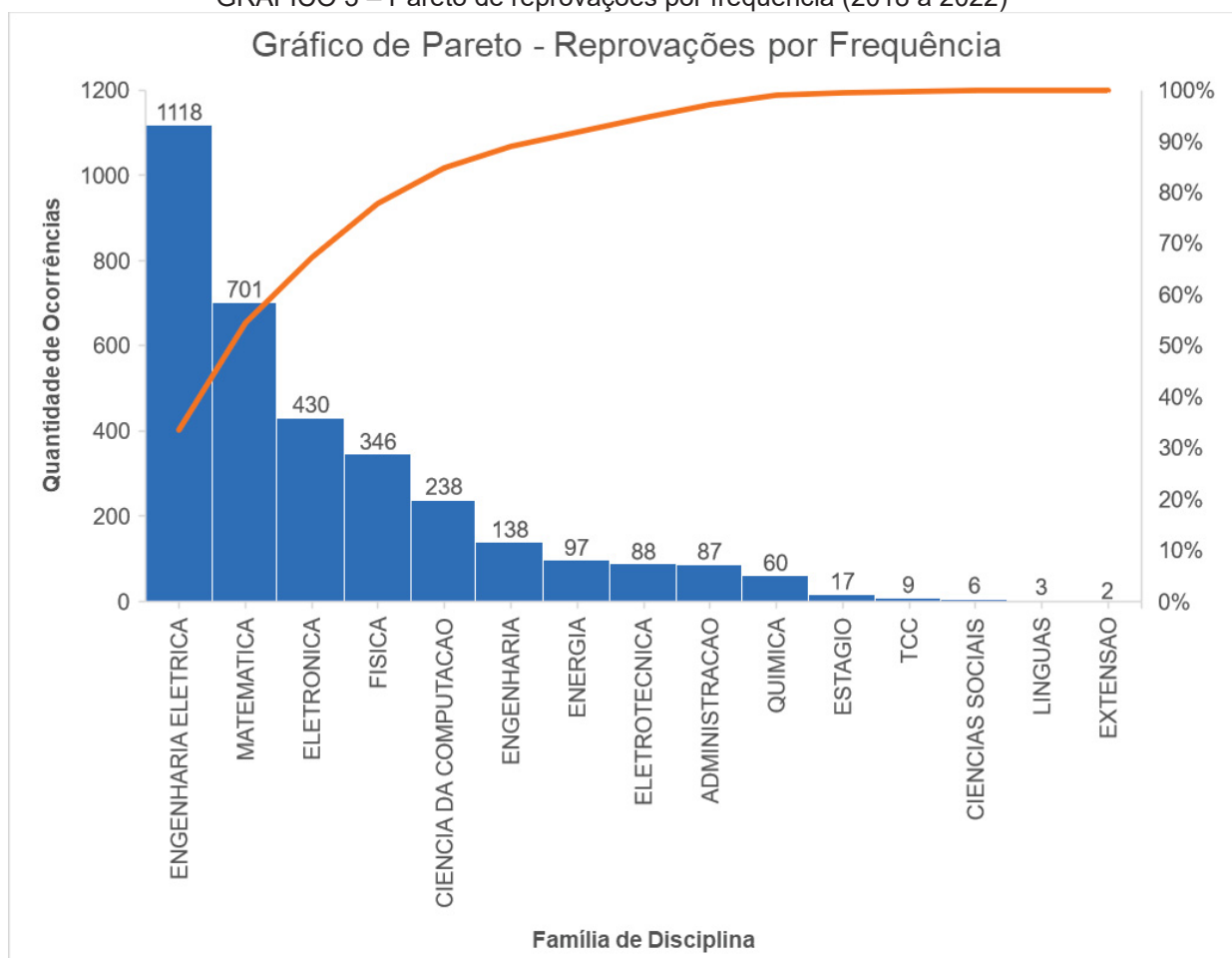


FONTE: Os autores (2023).

No total de reprovações, as famílias responsáveis por 80% das ocorrências estão concentradas nas disciplinas dos agrupamentos de Engenharia Elétrica, com 2.152 ocorrências, de Matemática, com 1.856 reprovações, de Física, com somatório de 1.010 reprovados, e de Eletrônica, com 894 casos.

Subdividindo os dados em reprovações por frequência e por nota, foi possível gerar as duas distribuições de Pareto dispostas nos Gráficos 3 e 4 a seguir e analisar se o padrão era mantido.

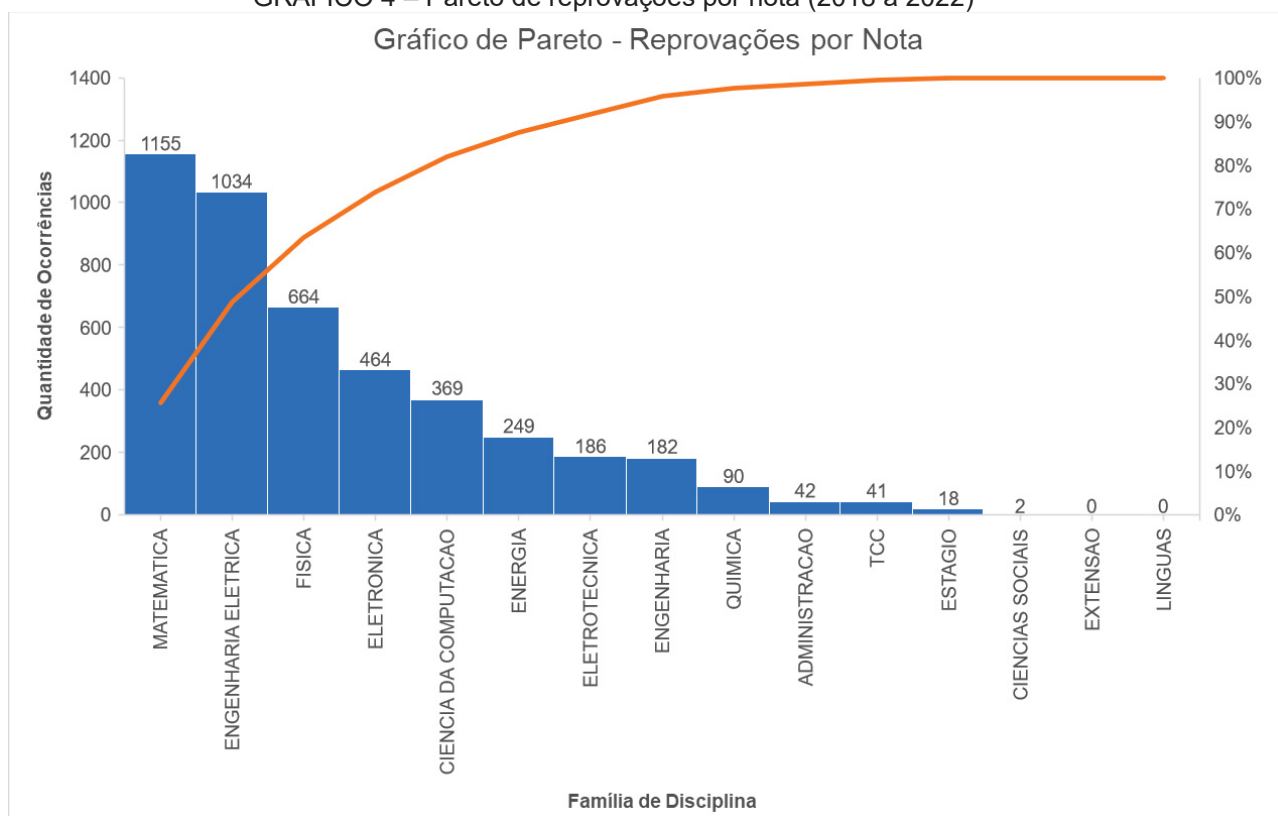
GRÁFICO 3 – Pareto de reprovações por frequência (2018 a 2022)



FONTE: Os autores (2023).

Percebe-se uma predominância das disciplinas do agrupamento de Engenharia Elétrica nas reprovações por frequência, com 1.118 registros, seguida de Matemática com 701 anotações, Eletrônica com 430 casos, e Física com 346. Neste cenário, as quatro famílias ainda respondem por 80% das reprovações, mantendo o padrão disposto no Gráfico 2.

GRÁFICO 4 – Pareto de reprovações por nota (2018 a 2022)



FONTE: Os autores (2023).

No caso das reprovações por nota, a família de Matemática assume a liderança com 1.155 registros, seguida de Engenharia Elétrica com 1.034, Física com 664 e Eletrônica com 464. Neste cenário o agrupamento de disciplinas de Ciência da Computação também contribui para a formação de 80% das reprovações com suas 369 ocorrências.

Com a observação dos gráficos acima é possível inferir que as famílias de disciplinas de Engenharia Elétrica e Matemática são majoritariamente responsáveis pelas reprovações, sendo necessário o aprofundamento das análises focadas nestes grupos.

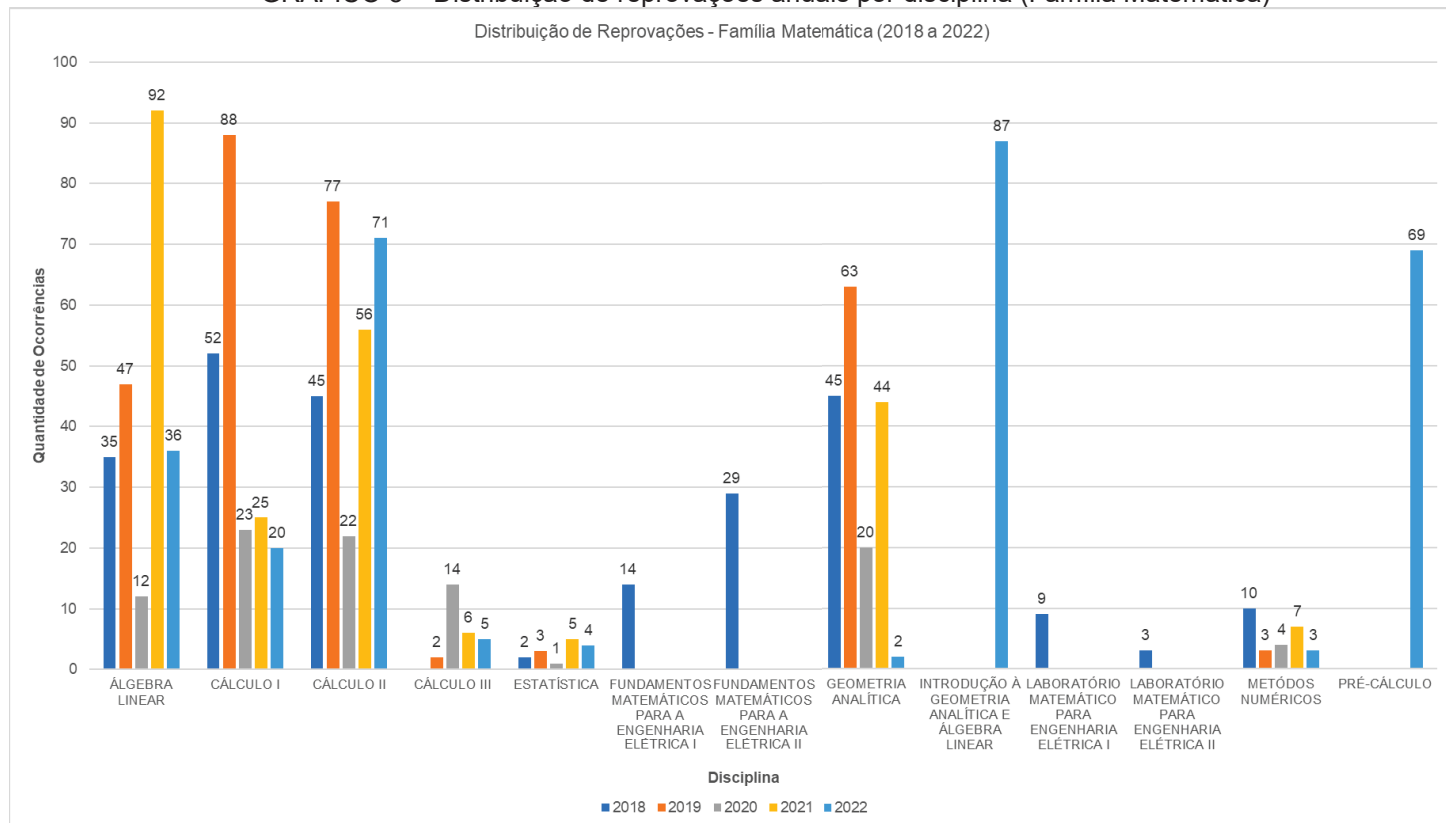
5.3.1 Família Matemática

Com a presença de mais de um currículo vigente, foi preciso realizar a padronização das disciplinas para poder prosseguir com a análise. No Anexo 3 deste presente documento se encontram todas as disciplinas da família de Matemática e

como foram padronizadas em um subgrupo de 13 disciplinas, o qual foi utilizado para a sequência do estudo.

A partir da padronização foi possível observar a distribuição das reprovações ano a ano para cada uma das 13 disciplinas durante o período de 2018 a 2022, como mostra o Gráfico 5 abaixo.

GRÁFICO 5 – Distribuição de reprovações anuais por disciplina (Família Matemática)

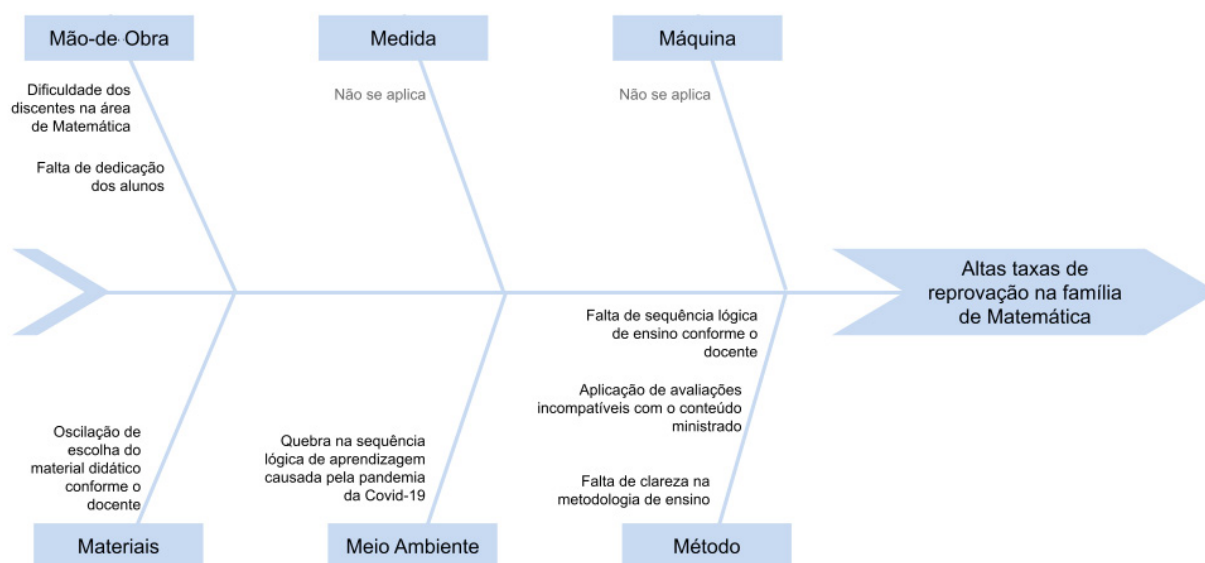


FONTE: Os autores (2023).

Pela observação do gráfico é possível notar que nem todas as disciplinas estão presentes em todos os anos, em detrimento da mudança curricular ocorrida durante o período de análise deste estudo. Disciplinas como “Fundamentos Matemáticos para a Engenharia Elétrica I/II” e “Laboratório Matemático para Engenharia Elétrica I/II” não estiveram em vigor a partir de 2018, enquanto as matérias de “Pré-Cálculo” e “Introdução à Geometria Analítica e Álgebra Linear” estão vigentes a partir do ano de 2022.

Na sequência foram listadas as possíveis causas das altas taxas de reprovação em um diagrama de Ishikawa, representado na Figura 3 abaixo.

FIGURA 3 – Diagrama de causa e efeito para reprovações na família de Matemática



FONTE: Os autores (2023).

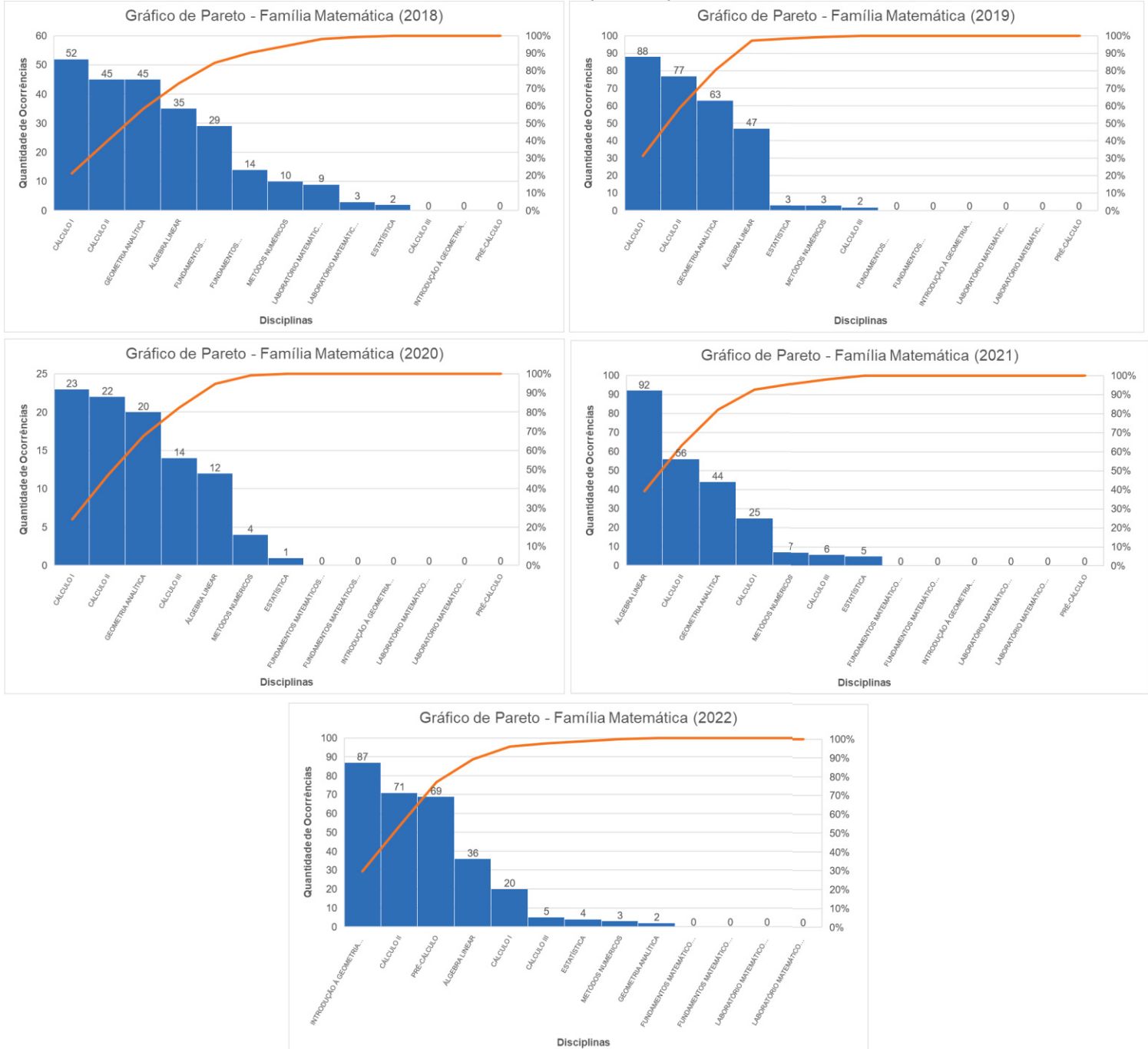
Para confirmar as disciplinas de Cálculo I, Cálculo II e Geometria Analítica como as detentoras da maior porcentagem de ocorrências, foi construído um Gráfico de Pareto para cada um dos anos estudados, como apresentado no Gráfico 6 abaixo.

Por estas distribuições pode-se confirmar que a distribuição do Gráfico 5 é compatível com a dos Paretos, e que as três disciplinas podem ser apontadas como as maiores causas de reprovações na família de Matemática. De forma a aprofundar o estudo, foram mapeados os comportamentos das três disciplinas para os diferentes turnos (Integral e Noturno), com os resultados dispostos no Gráfico 7 abaixo.

Pelos dados podemos inferir que a maior incidência de reprovação nas três disciplinas se encontra no período Integral em detrimento do Noturno, e os grandes picos de ocorrências se dão nos anos de 2019 e 2021, corroborando o comportamento apresentado no Gráfico 5.

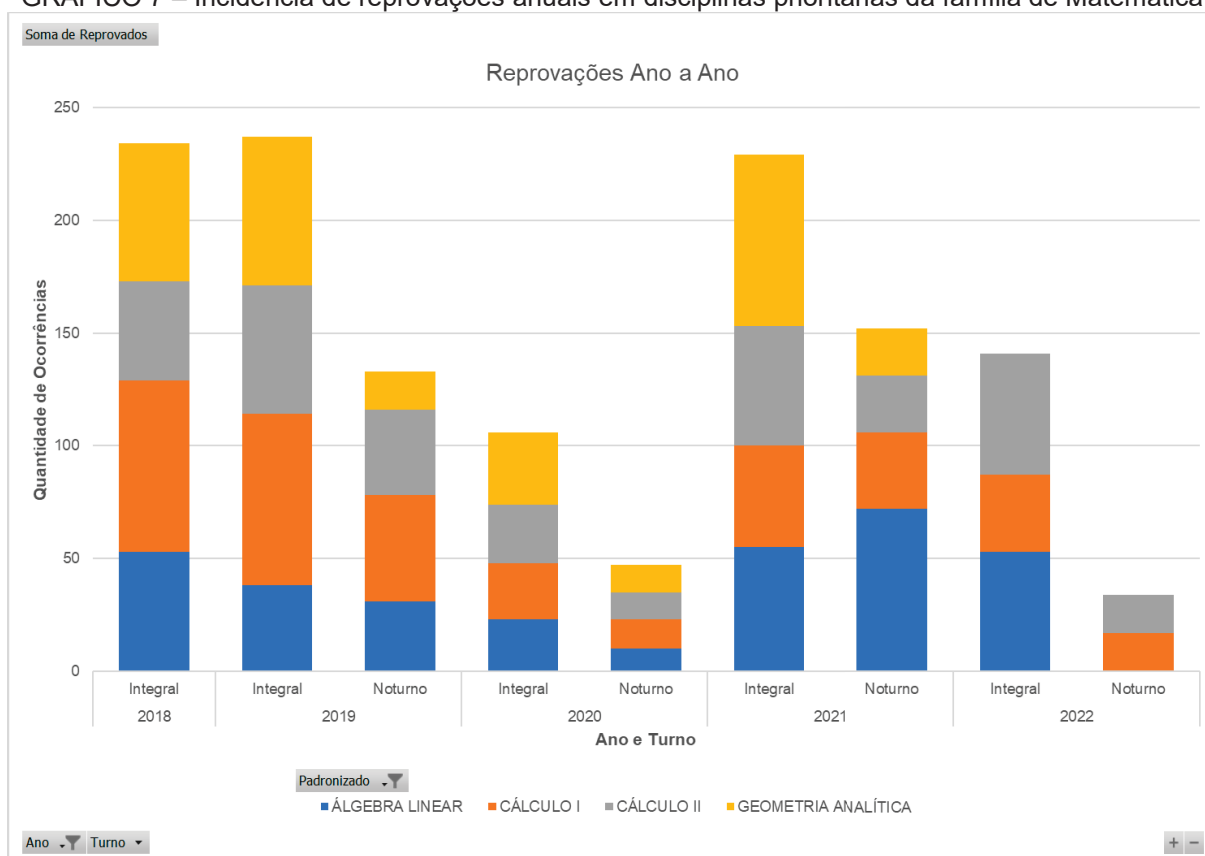
A queda de reprovações nas três disciplinas no ano de 2020 é ocasionada pelo período especial de oferta de matérias decorrente da pandemia de Covid-19, uma vez que poucas turmas foram abertas de maneira remota no ano em questão. Também é possível perceber uma diferença significativa do ano de 2021 para 2022, coincidindo com a implementação de um novo currículo e adição da matéria de Pré-Cálculo.

GRÁFICO 6 – Gráficos de Pareto anuais por disciplinas da família de Matemática



FONTE: Os autores (2023).

GRÁFICO 7 – Incidência de reprovações anuais em disciplinas prioritárias da família de Matemática



FONTE: Os autores (2023).

5.3.2 Família Engenharia Elétrica

Para o aprofundamento das causas de reprovação por famílias, também foi investigado o agrupamento de disciplinas obrigatórias de Engenharia Elétrica. Como esta família representa o cerne da graduação, conta com uma gama ampla de disciplinas entre os anos de 2018 e 2022, sendo 55 delas matérias obrigatórias que foram ofertadas neste período.

De forma a observar os padrões de reprovações nestas matérias, foram criados subgrupos referentes aos períodos em que são ofertadas na graduação (1º a 12º). No Anexo 4 deste presente documento estão listadas as disciplinas com reprovações contabilizadas em cada um dos semestres.

A partir deste levantamento foi possível chegar nos dados apresentados na Tabela 6 abaixo.

TABELA 6 – Reprovações por período das disciplinas da família Engenharia Elétrica

Período/Ano	2018	2019	2020	2021	2022	Total por Período
1º	42	34	34	66	57	233
2º	21	15	14	33	31	114
3º	98	126	51	93	198	566
4º	93	158	40	81	140	512
5º	30	28	9	71	87	225
6º	15	45	19	63	40	182
7º	49	50	5	19	14	137
8º	18	83	20	43	45	209
9º	18	6	0	0	0	24
10º	14	8	2	2	12	38
11º	18	8	0	0	0	26
12º	3	0	0	0	0	3
Total Anual	421	561	194	471	624	2271

FONTE: Os autores (2023).

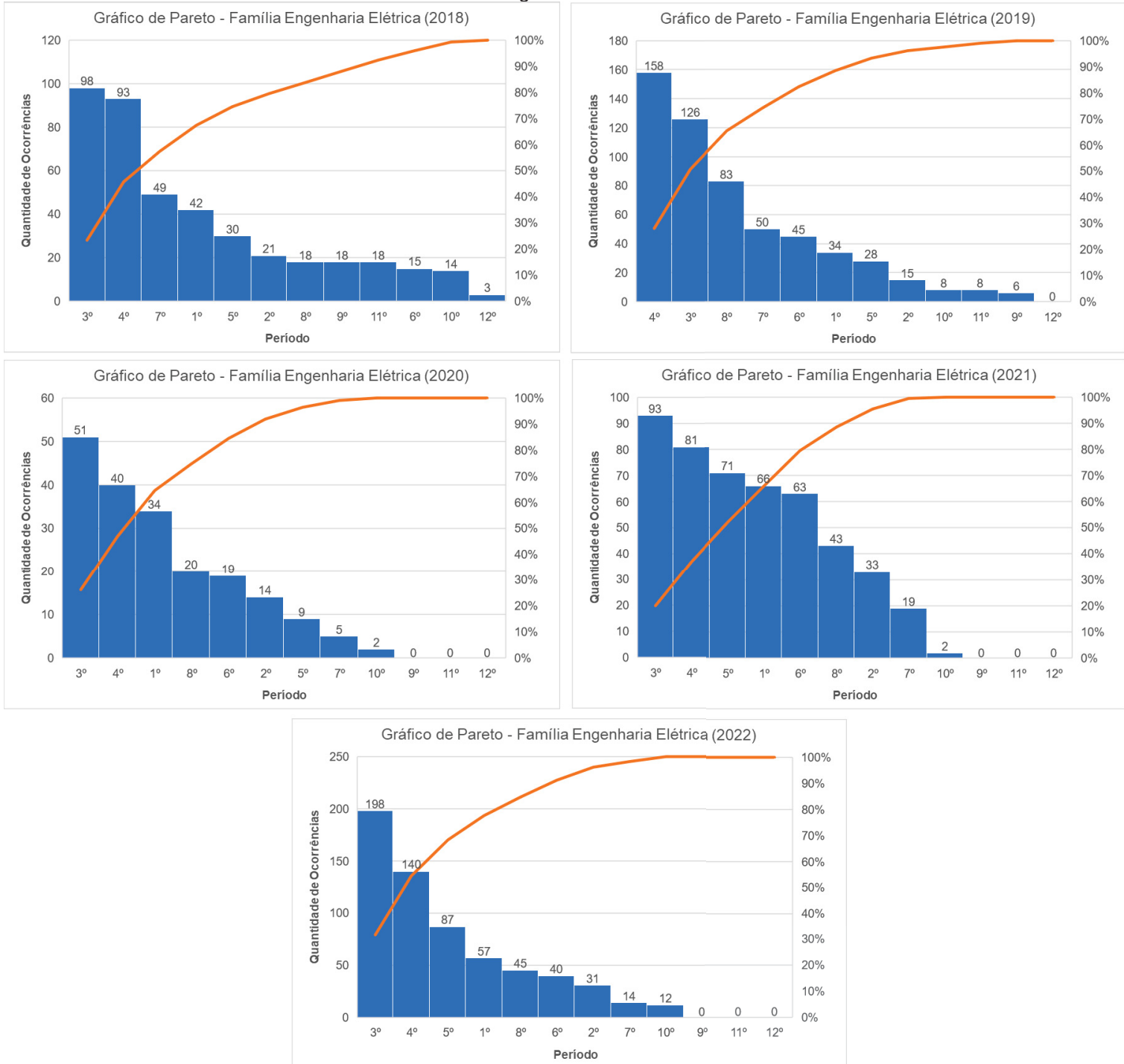
Algumas ressalvas devem ser feitas para a subdivisão da família de Engenharia Elétrica em períodos, apesar de ser a abordagem adotada visando simplificar a estratificação dos dados. Considerando que os primeiros períodos do curso de graduação são focados para as disciplinas de base em matemática e engenharia, e que os últimos períodos são formados por menos disciplinas e pelo trabalho de conclusão de curso, era esperado que os períodos centrais da grade curricular apresentassem maior quantidade de reprovações.

Outro ponto relevante é a troca de currículos entre os anos de 2018 e 2019, fazendo com que algumas disciplinas possuam muitas ocorrências, uma vez que são contabilizados os dados de anos subsequentes à mudança curricular.

Tendo em mente os pontos de atenção supracitados, pelos dados dispostos na Tabela 6 acima pode-se afirmar que as disciplinas do 3º e 4º período apresentam maior incidência de reprovações de 2018 a 2022. De forma a comprovar este padrão de distribuição foram criados Gráficos de Pareto individuais para cada ano, como apresentado no Gráfico 8 abaixo.

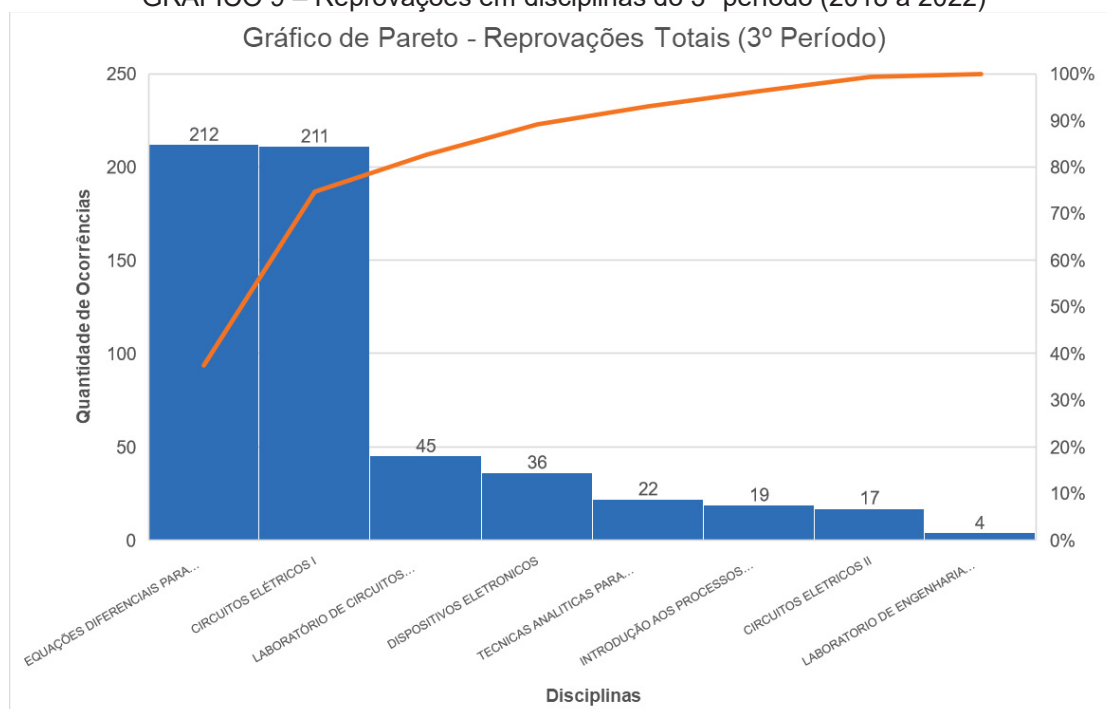
Confirmando os períodos do segundo ano de graduação (3º e 4º) como os maiores responsáveis pelas reprovações por frequência e por nota, foi estratificado novamente por Pareto para pontuar as disciplinas com maior concentração de ocorrências total nos 5 anos, conforme disposto nos Gráficos 9 e 10 abaixo.

GRÁFICO 8 – Gráficos de Pareto anuais para as reprovações por período na família de disciplinas de Engenharia Elétrica



FONTE: Os autores (2023).

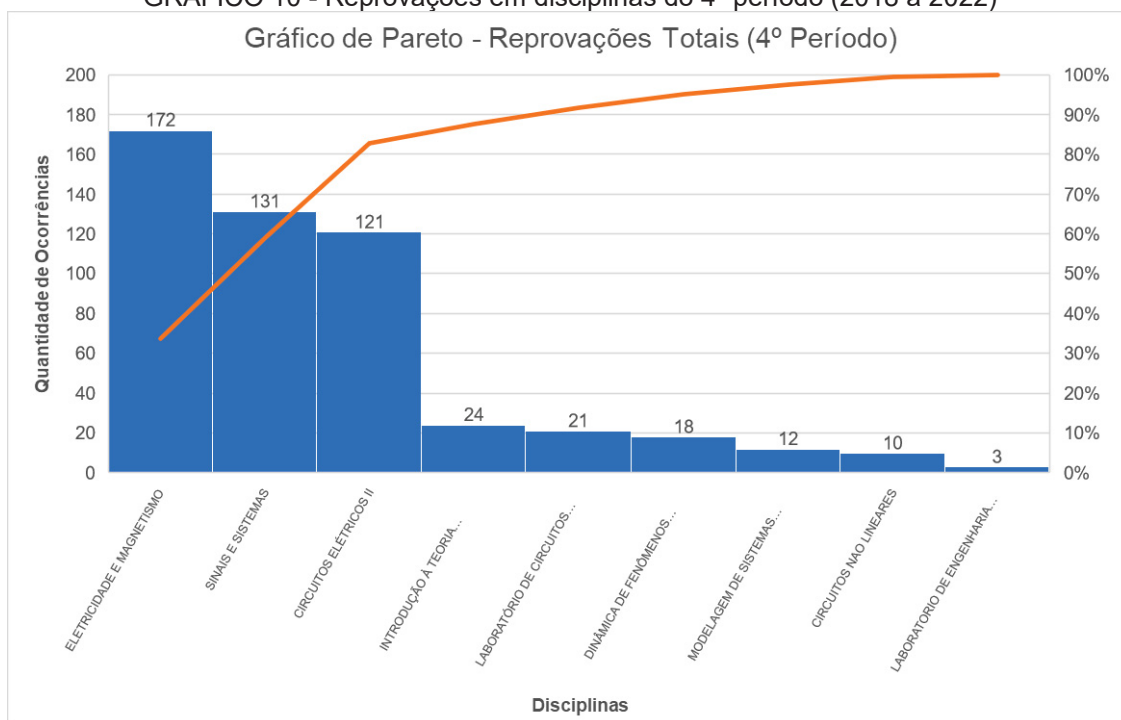
GRÁFICO 9 – Reprovações em disciplinas do 3º período (2018 a 2022)



FONTE: Os autores (2023).

Para o terceiro período, duas disciplinas se destacam com 80% da observação dos casos, sendo elas Equações Diferenciais para Engenharia Elétrica e Circuitos Elétricos I.

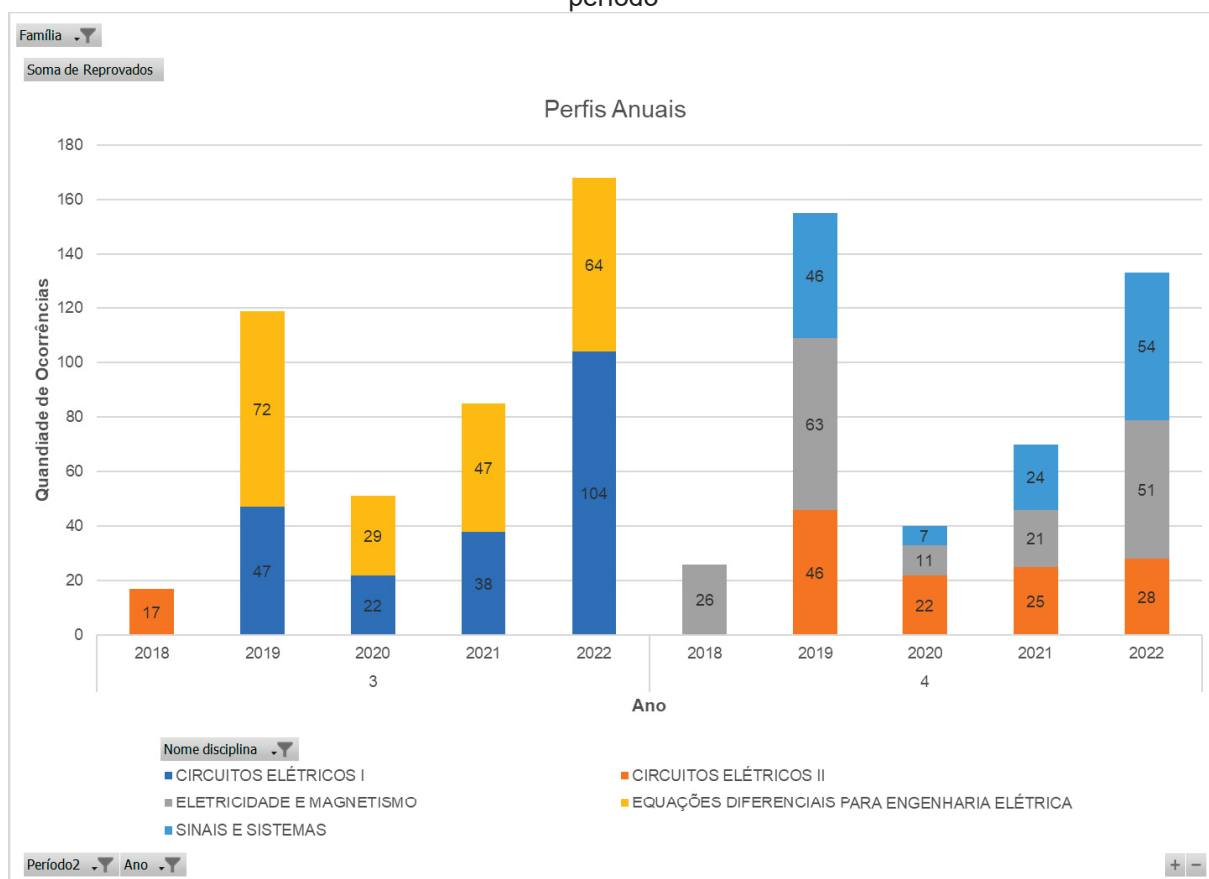
GRÁFICO 10 - Reprovações em disciplinas do 4º período (2018 a 2022)



FONTE: Os autores (2023).

Já para as disciplinas do quarto período, destacam-se as disciplinas de Eletricidade e Magnetismo, Sinais e Sistemas e de Circuitos Elétricos II. A partir destas determinações foi possível observar o comportamento anual destas 5 disciplinas e direcionar o estudo de causas raiz, como apresentado no Gráfico 11 abaixo.

GRÁFICO 11 – Comportamento anual das disciplinas com maiores reprovações do terceiro e quarto período



FONTE: Os autores (2023).

Os anos de 2020 e 2021 podem ser considerados comportamentos atípicos, uma vez que fazem parte do período remoto de oferta de disciplinas. Para as matérias do terceiro período, a quantidade de reprovações em Circuitos Elétricos I apresenta um aumento significativo no ano de 2022, podendo ser ocasionado pela volta das aulas presenciais ou pela falta de sequência lógica de ensino durante o período especial.

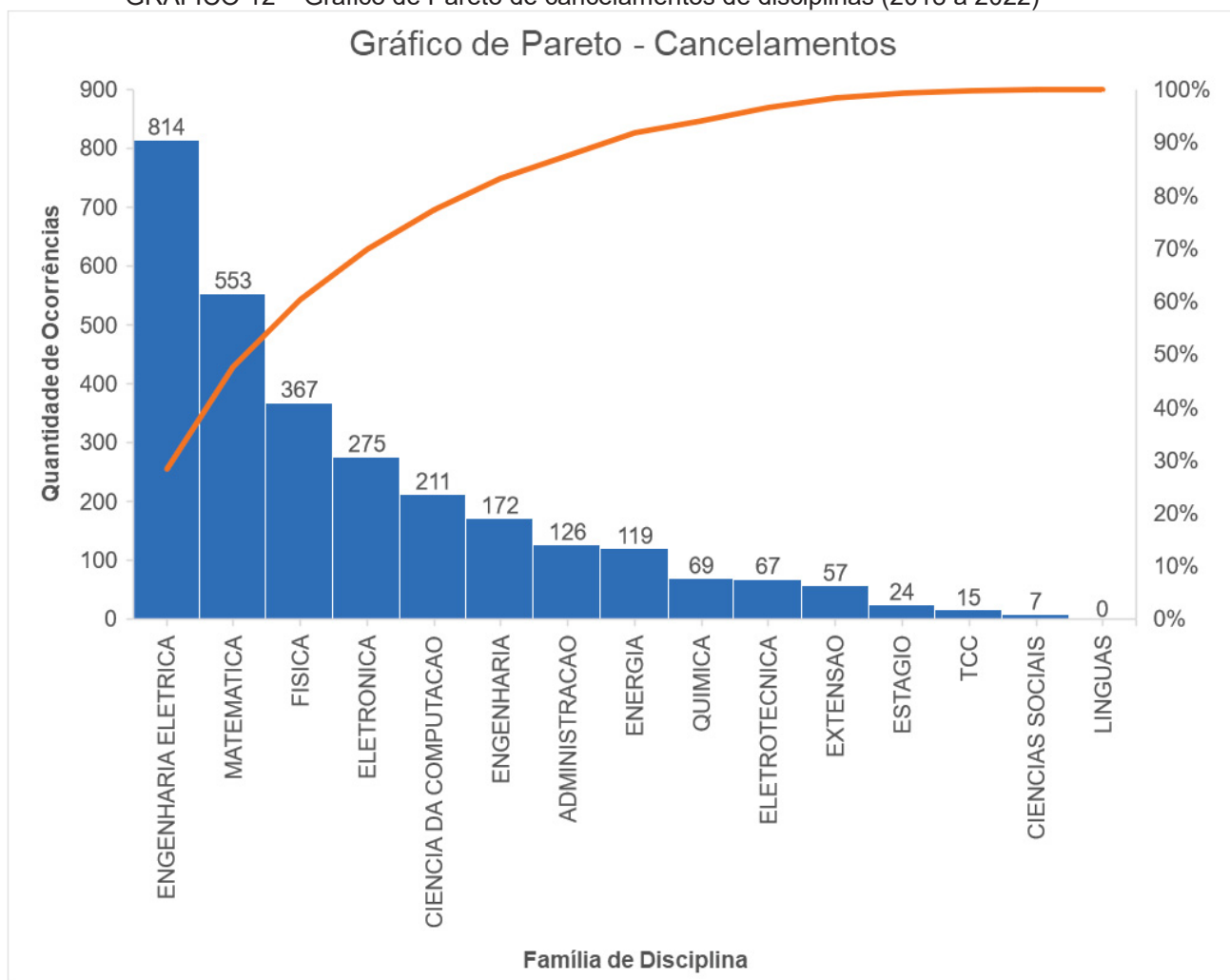
Já para as disciplinas do quarto período, ocorre uma queda nas reprovações em Eletricidade e Magnetismo, podendo ser justificada pela mudança curricular do ano de 2022 e uma melhor estruturação da disciplina.

5.4 ANÁLISE DE ÍNDICES DE CANCELAMENTO DE DISCIPLINAS

A análise do cancelamento de disciplinas foi realizada de forma a complementar o entendimento das causas raiz do item 5.3. deste presente documento. Uma vez que o cancelamento de disciplinas é principalmente realizado por solicitação do discente, estudar o comportamento desta taxa permite inferências sobre a preferências dos mesmos em relação às disciplinas e/ou docentes.

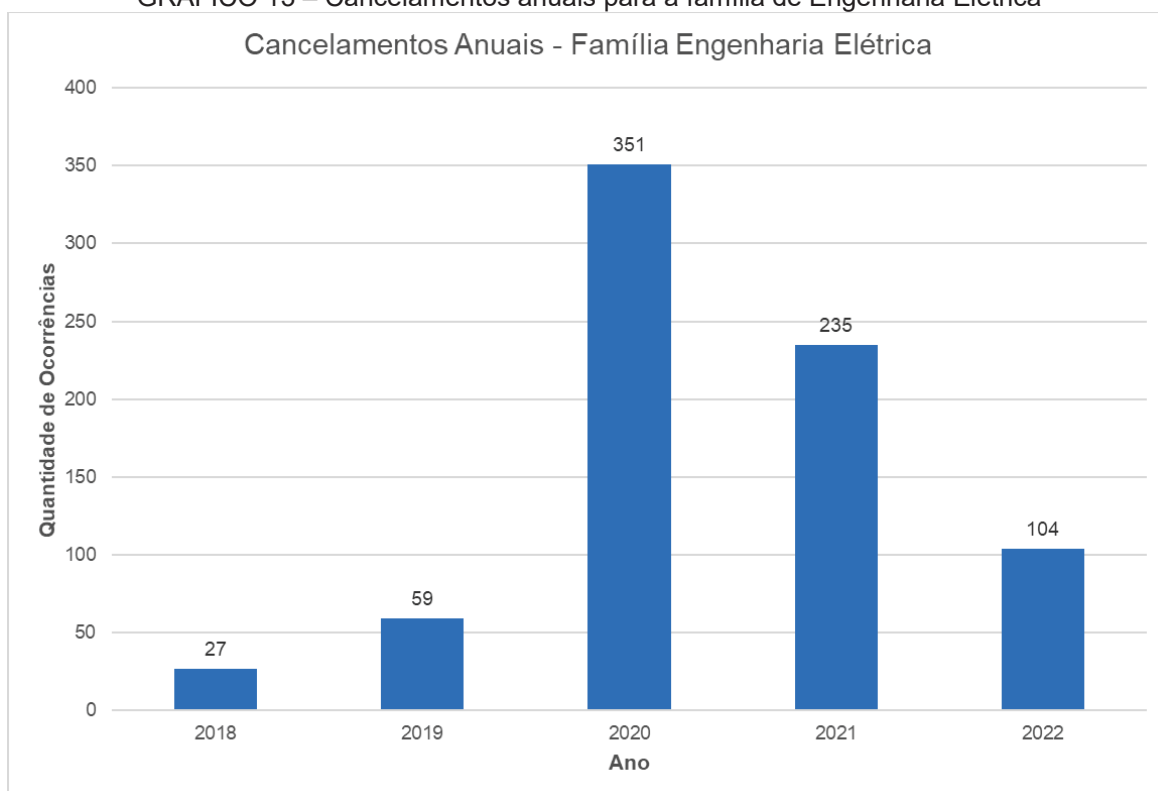
O Gráfico 1 apresenta a tendência total dos cancelamentos por famílias de disciplinas no período de 2018 a 2022, mostrando picos maiores nas famílias de Engenharia Elétrica e Matemática. De forma a comprovar este comportamento, foi construído o Pareto de todos os cancelamentos nos anos estudados, disposto no Gráfico 12 abaixo.

GRÁFICO 12 – Gráfico de Pareto de cancelamentos de disciplinas (2018 a 2022)



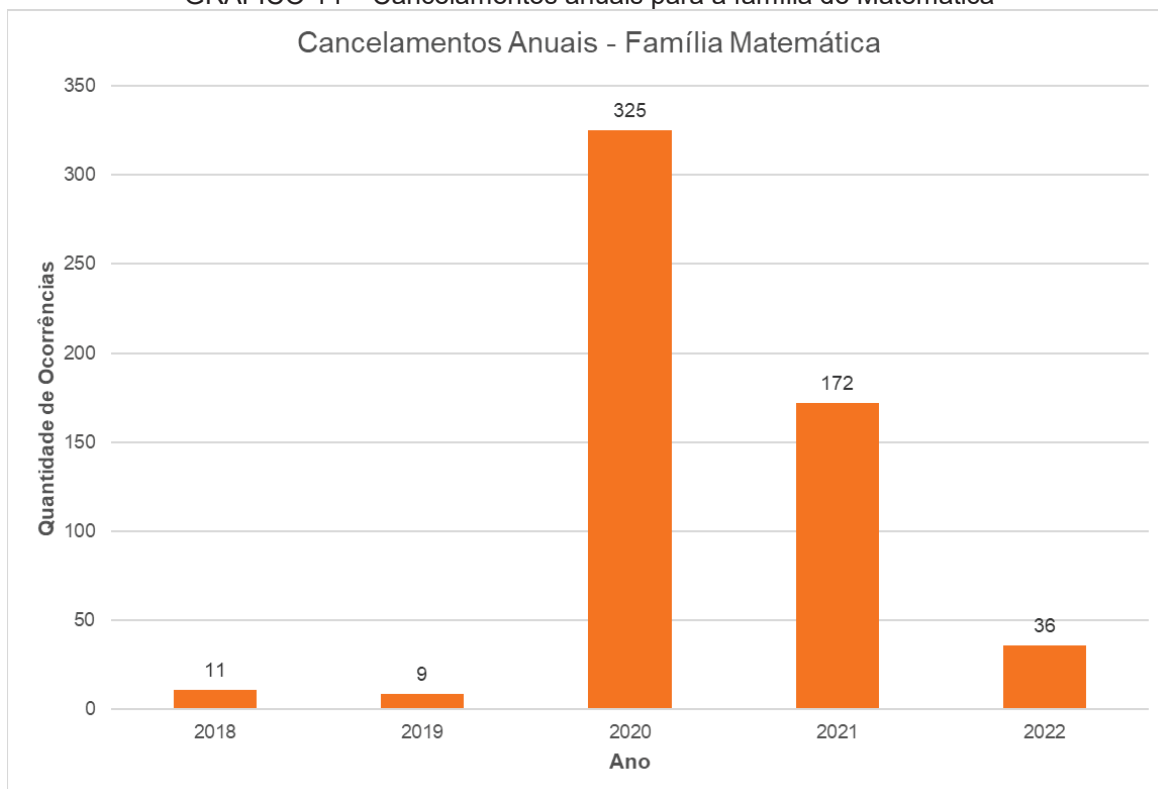
FONTE: Os autores (2023).

GRÁFICO 13 – Cancelamentos anuais para a família de Engenharia Elétrica



FONTE: Os autores (2023).

GRÁFICO 14 – Cancelamentos anuais para a família de Matemática



FONTE: Os autores (2023).

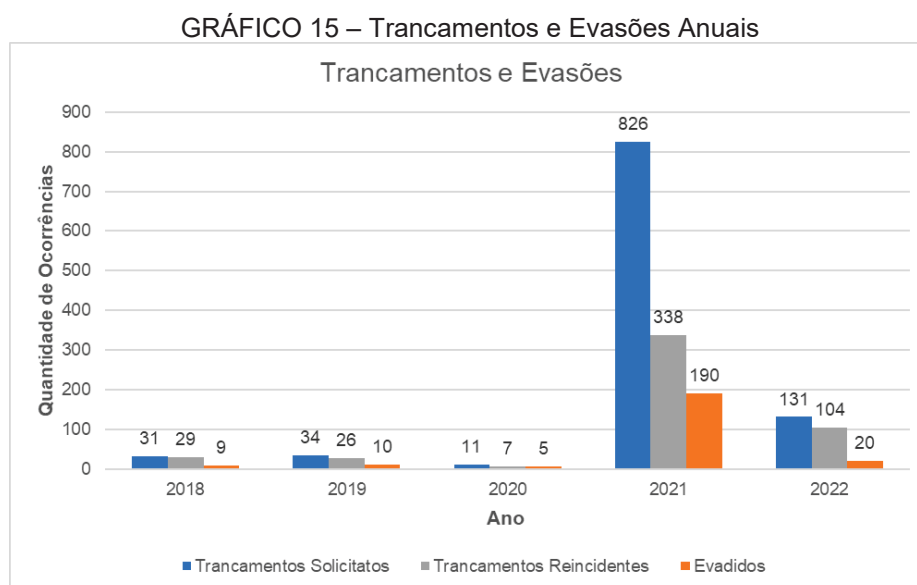
Os Gráficos 13 e 14 acima possibilitam a observação do mesmo padrão de comportamento quanto à quantidade de ocorrências de cancelamentos nas duas famílias predominantes (determinadas por Pareto). Constatou-se que nos anos de 2018 e o número de turmas canceladas era muito menor, quando comparado ao pico ocorrido em 2020.

Destaca-se como um marco temporal a pandemia de Covid-19 e a migração das disciplinas para o modo remoto durante os anos de 2020 e 2021, coincidindo com o aumento dos cancelamentos. Este fenômeno pode ser decorrente da preferência dos discentes por certos docentes que ministram as disciplinas de maior complexidade, como são o caso das matérias das famílias de Engenharia Elétrica e Matemática.

Como durante o período remoto a oferta de disciplinas e variedade de turmas era reduzida, pode ter ocasionado o aumento de cancelamentos, uma vez que os discentes não teriam a flexibilidade da matrícula em turmas de outros cursos ou períodos diferentes do qual se cursa.

5.5 ANÁLISE DE ÍNDICES DE EVASÃO

Para investigar as eventuais causas de evasão no curso de graduação em Engenharia Elétrica foram observados os comportamentos referentes aos trancamentos por tempo determinado e ao cancelamento de matrículas, como representado no Gráfico 15 abaixo.



FONTE: Os autores (2023).

Em analogia ao disposto no item 5.4. deste documento, o comportamento dos números referentes às evasões e trancamentos de curso apresentam uma alta significativa no ano de 2021, coincidindo com o período remoto. Estudando os dados mais afundo, observou-se que as evasões são precedidas de trancamentos semestrais prévios. Na Tabela 6 abaixo pode-se observar a maior concentração de ocorrências de desvinculamento a partir da solicitação do segundo trancamento.

TABELA 7 – Distribuição de evasões conforme os trancamentos prévios

Trancamentos / Anos	1º Trancamento	2º Trancamento	3º Trancamento	4º Trancamento	5º Trancamento	Total Anual
2018		1	8			9
2019		5	4	1		10
2020	1	3	1			5
2021	18	122	42	6	2	190
2022	5	14	1			20
Total por Trancamento	24	145	56	7	2	234

FONTE: Os autores (2023).

No período entre 2018 e 2022 houve 234 registros de cancelamentos de matrículas na graduação em Engenharia Elétrica, sendo a maioria (210 ocorrências) decorrente de trancamentos semestrais reincidentes. Desta forma, para atingir a meta de redução de 20% no índice de evasão para um mesmo período de 5 anos futuros, a observação de trancamentos semestrais deve ser um ponto crítico no acompanhamento da coordenação de curso.

6 PROPOSTAS DE MELHORIAS

De maneira geral, são consideradas boas práticas para a melhoria dos índices de reprovação, cancelamentos de disciplinas e evasão do curso de Engenharia Elétrica:

- Revisão do currículo e carga horária: Avaliar a carga horária e a distribuição das disciplinas, especialmente nas áreas de Matemática e Engenharia Elétrica. Se identificado um excesso de carga horária, considerar a possibilidade de redistribuir as disciplinas ao longo dos semestres ou revisar a carga horária individual de cada disciplina, visando reduzir a sobrecarga dos alunos.
- Reforço acadêmico e suporte tutorial: Implementar programas de reforço acadêmico e tutoria nas disciplinas mais desafiadoras, como matemática, eletricidade e programação. Esses programas podem oferecer sessões de tutoria individual ou em grupo, plantões de dúvidas, monitorias e recursos online para ajudar os alunos a superarem dificuldades específicas nessas áreas.
- Melhoria da metodologia de ensino: Avaliar e aprimorar a metodologia de ensino utilizada nas disciplinas de matemática, eletricidade e programação. Isso pode incluir o uso de abordagens mais práticas, recursos audiovisuais, atividades de laboratório e estudos de caso, para tornar o conteúdo mais acessível e envolvente aos alunos.
- Orientação acadêmica e planejamento de estudos: Oferecer orientação acadêmica individualizada aos alunos, especialmente àqueles que estão nos primeiros três semestres e já reprovaram em disciplinas. Essa orientação pode ajudar os alunos a identificar suas dificuldades, estabelecer metas de estudo realistas, desenvolver estratégias de gerenciamento de tempo e melhorar suas habilidades de organização acadêmica.
- Monitoramento e intervenção precoce: Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo do desempenho acadêmico dos alunos, identificando sinais de dificuldades ou riscos de evasão. Ao detectar alunos com notas baixas, frequência irregular ou desmotivação, implementar intervenções precoces, como orientação acadêmica adicional, acompanhamento

individualizado, encaminhamento para serviços de apoio psicopedagógico, entre outros recursos disponíveis na instituição.

Resultante da análise específica apresentada no item 5 deste presente documento, podem ser traçadas metas tangíveis para a mitigação das causas raiz identificadas.

6.1 REAVALIAR A EMENTA E METODOLOGIA DA DISCIPLINA DE PRÉ-CÁLCULO

A nova grade curricular implementada a partir de 2022 instaurou a disciplina de Pré-Cálculo como uma medida corretiva, no intuito de oferecer uma base de conhecimentos da matemática aos alunos e prepará-los para as matérias de Cálculo I e Cálculo II. Apesar deste esforço, percebe-se pelo Gráfico 6 que as reprovações ocorridas de 2018 a 2021 em Cálculo I e Cálculo II foram praticamente substituídas pelas reprovações em Pré-Cálculo.

Este fenômeno pode ser decorrente da ementa desta disciplina não estar de acordo com a necessidade de aprendizado dos discentes, ou mesmo por uma dificuldade prévia das turmas ingressantes com a área de Matemática. Sugere-se então uma revisão desta ementa e da metodologia de ensino proposta pelo Departamento de Matemática, o qual é responsável pela oferta de Pré-Cálculo.

6.2 REAVALIAR A EMENTA E METODOLOGIA DA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR

De maneira análoga ao disposto no item 6.1. acima, a nova grade curricular implementada a partir de 2022 também instaurou a disciplina de Introdução à Geometria Analítica e Álgebra Linear como uma medida corretiva, no intuito de oferecer uma base de conhecimentos da matemática aos alunos e prepará-los para as matérias de Geometria Analítica e Álgebra Linear. Apesar deste esforço, percebe-se pelos Gráficos 5 e 6 que as reprovações ocorridas de 2018 a 2021 em Álgebra Linear foram praticamente substituídas pelas reprovações em Introdução à Geometria Analítica e Álgebra Linear.

Este fenômeno pode ser decorrente da ementa desta disciplina não estar de acordo com a necessidade de aprendizado dos discentes, ou mesmo por uma dificuldade prévia das turmas ingressantes com a área de Matemática. Sugere-se então uma revisão desta ementa e da metodologia de ensino proposta pelo Departamento de Matemática, o qual é responsável pela oferta da mesma.

6.3 ACOMPANHAR OS ÍNDICES DE TRANCAMENTOS SEMESTRAIS

Pelos dados apresentados na Tabela 7 do Item 5 deste presente documento, as evasões do curso de graduação em Engenharia Elétrica podem ser preditas pela quantidade de trancamentos realizados por um discente. A partir do ano de 2019, com a alta na taxa de evasões, pode-se perceber que a maioria dos alunos optou pela evasão após mais de um trancamento semestral.

O acompanhamento dos números referentes aos trancamentos pode auxiliar na busca mais aprofundada pelo entendimento dos motivos que levam os alunos a optarem por esta alternativa, bem como prever eventuais cancelamentos de matrículas subsequentes. Desta forma, deve se buscar auxiliar os alunos em suas causas de trancamentos e assim atingir a meta de 20% no período dos 5 anos seguintes, como propõe este estudo.

7 ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE GASTOS

Para estimar o possível ganho financeiro em reduzir 20% das evasões em um período de 5 anos, como proposto neste estudo, precisa-se primeiramente estimar o custo por aluno dispendido pela Universidade Federal do Paraná.

De acordo com o documento "Orçamentos da União Exercício Financeiro 2022" do Ministério da Economia, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) apresentou um total de despesas de *R\$ 1.715.179.733,00* (um bilhão, setecentos e quinze milhões, cento e setenta e nove mil e setecentos e trinta e três reais) no referido ano. Esses custos englobam uma ampla gama de investimentos voltados para a formação do discente, abrangendo desde a infraestrutura física da universidade até a oferta de serviços e recursos que garantem uma educação de qualidade.

Considerando o compromisso da UFPR em oferecer uma educação de excelência, esses recursos são direcionados para diversos aspectos fundamentais para a formação dos *38.541* (trinta e oito mil quinhentos e quarenta e um) alunos, conforme apontado no relatório de autoavaliação de 2022. O objetivo é proporcionar um ambiente acadêmico propício ao aprendizado, incentivando a busca pelo conhecimento e o desenvolvimento de habilidades essenciais para a futura atuação profissional dos estudantes.

As despesas englobam investimentos em infraestrutura moderna e adequada, como laboratórios, bibliotecas, salas de aula equipadas, e tecnologias educacionais. Além disso, a verba destinada à UFPR é utilizada para custear a formação e capacitação do corpo docente, proporcionando uma equipe de professores altamente qualificada e atualizada, capaz de oferecer uma educação de qualidade.

Serviços de apoio acadêmico e assistência estudantil também fazem parte das despesas, visando atender às necessidades dos alunos em diferentes aspectos da vida acadêmica, promovendo a inclusão e auxiliando no enfrentamento de desafios que possam surgir ao longo do curso.

O investimento na formação do discente é uma prioridade da UFPR, refletindo o compromisso da instituição em preparar profissionais competentes, éticos e comprometidos com o desenvolvimento da sociedade. A busca contínua pela excelência acadêmica e a utilização adequada dos recursos financeiros garantem que a universidade cumpra seu papel fundamental na promoção do conhecimento e na

formação de cidadãos preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. Diante dessa informação, a evasão de alunos no meio do curso pode acarretar diversos prejuízos significativos para as instituições de ensino superior.

- *Perda de Investimentos:* As universidades realizam investimentos significativos para oferecer infraestrutura, recursos tecnológicos, bibliotecas e laboratórios adequados, assim como contam com um corpo docente qualificado e programas de apoio acadêmico. Quando um aluno abandona o curso no meio do caminho, parte desses investimentos se torna desperdício, prejudicando o retorno sobre o investimento feito pela instituição.
- *Redução de Receita:* A evasão de alunos leva à redução na quantidade de matrículas e, conseqüentemente, na arrecadação financeira da universidade. Com menos alunos pagando mensalidades ou sendo beneficiados por programas de bolsas e financiamentos, a receita da instituição é afetada negativamente.
- *Impacto no Ranking:* A qualidade do ensino é um dos principais critérios que influenciam o posicionamento das universidades nos rankings acadêmicos. A evasão de alunos pode comprometer a reputação da instituição e afetar sua posição em listas de classificação, o que, por sua vez, pode influenciar em possíveis parcerias e oportunidades de pesquisa e financiamento.
- *Dificuldade em Cumprir Metas e Planejamento:* A evasão de alunos pode afetar o cumprimento de metas e objetivos traçados pela universidade, como a conclusão de projetos de pesquisa, a oferta de disciplinas específicas ou a formação de turmas com um número adequado de alunos.
- *Impacto na Comunidade Acadêmica:* A evasão pode gerar um efeito negativo na motivação dos demais estudantes e professores, criando um ambiente acadêmico menos inspirador e comprometendo o senso de comunidade e pertencimento dos envolvidos.

Para minimizar esses prejuízos, é crucial que as universidades invistam em ações de prevenção e acompanhamento dos alunos ao longo do curso. Iniciativas como programas de orientação acadêmica, suporte emocional, tutoria, acompanhamento de desempenho, e políticas de inclusão podem contribuir para a redução da evasão e para o sucesso acadêmico dos estudantes.

Além disso, a análise detalhada dos dados de evasão, como proposto no projeto, pode identificar tendências e padrões que auxiliem na implementação de estratégias mais eficazes de retenção. Ao garantir um ambiente acadêmico mais acolhedor e oferecer apoio adequado aos alunos, as universidades podem enfrentar os desafios da evasão e promover uma educação de qualidade e inclusiva para seus estudantes.

O projeto de análise da evasão no curso de Engenharia Elétrica e a implementação das medidas sugeridas revelaram-se de grande relevância para aprimorar a qualidade do ensino e a experiência acadêmica dos estudantes. Através da coleta e análise cuidadosa de dados, identificamos áreas críticas que demandavam atenção e desenvolvemos estratégias para lidar com esses desafios.

A implementação das medidas sugeridas no projeto, juntamente com outras ações estratégicas, prevê uma estimativa de redução de 20% na evasão do curso. Essa estimativa representa um marco significativo, pois reflete o potencial impacto positivo das iniciativas propostas na retenção dos alunos e, conseqüentemente, na melhoria do índice de conclusão do curso.

Com base nos dados apresentados, foi possível realizar os cálculos pertinentes para estimar o gasto por aluno na Universidade Federal do Paraná (UFPR) e também projetar o impacto financeiro da redução de evasão.

Inicialmente, considerando o total de despesas da universidade no exercício financeiro de 2022, que corresponde a R\$ 1.715.179.733,00, e o número de alunos registrados no relatório de autoavaliação de 2022, que é de 38.541 *alunos*, foi possível calcular o gasto médio por aluno pela Equação 1 abaixo.

$$\text{EQUAÇÃO 1 – Gasto médio por aluno}$$
$$\text{Gasto médio por aluno} = \frac{\text{Total de Despesas Anuais}}{\text{Número Total de Alunos}}$$

FONTE: Os autores (2023).

$$\text{Gasto médio por aluno} = \frac{1.715.179.733}{38.541} \sim \mathbf{R\$ 44.500,00/aluno}$$

Dessa forma, estimou-se que, em média, cada aluno custa aproximadamente R\$ 44.500,00 por ano à universidade.

Considerando o custo médio anual de R\$ 44.500,00 por aluno, um o total de 1.179 alunos ao longo dos cinco anos observados neste estudo e uma quantidade de 234 cancelamentos de matrícula neste mesmo período, para calcular a economia com a redução de evasão em 20% em um período de 5 anos basta seguir a Equação 2 abaixo.

EQUAÇÃO 2 – Estimativa de ganho financeiro

Economia = Alunos Evadidos (em 5 anos) x Custo por Aluno x Taxa de Redução

FONTE: Os autores (2023).

Realizando o cálculo dentro do período de 5 anos:

$$Economia = 234 \times 44.500 \times 0,20 = \mathbf{R\$ 2.082.600,00}$$

Portanto, com a redução de evasão em 20%, a universidade teria uma economia estimada de R\$ 2.082.600,00 (dois milhões, oitenta e dois mil e seiscentos reais) ao longo dos próximos 5 anos. Esta economia é resultado da diminuição no número de alunos que abandonam o curso de Engenharia Elétrica, o que representa um valor significativo que poderá ser redirecionado para investir em melhorias acadêmicas, suporte aos alunos e aprimoramentos na qualidade do ensino, contribuindo para a formação de profissionais mais bem preparados e engajados com a sociedade.

Para fins de comparação, a estimativa de redução de custos anualmente seria de R\$ 415.200,00 e de R\$ 207.600,00 no semestre. Essa estimativa é baseada em uma redução de 20% na quantidade de alunos com evasão no curso de Engenharia Elétrica, considerando o custo por aluno de R\$ 44.500,00. Essa economia poderá ser reinvestida em melhorias no curso, suporte acadêmico aos estudantes, capacitação dos docentes e outras iniciativas que contribuam para a excelência educacional e o sucesso dos alunos.

Destaca-se que os resultados obtidos neste projeto são dinâmicos e requerem monitoramento contínuo. A análise de dados deve ser um processo constante, permitindo ajustes e adaptações conforme as necessidades do curso evoluem ao longo do tempo.

Acredita-se que as medidas sugeridas, em conjunto com a análise das reprovações por professor e a distribuição eficiente de docentes, podem proporcionar

uma experiência acadêmica mais enriquecedora e estimulante para os estudantes. A implementação dessas ações reforça o compromisso da instituição de ensino em garantir um ensino de qualidade, promover o sucesso dos alunos e fortalecer a excelência do curso de Engenharia Elétrica.

8 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

De forma a aprimorar o estudo feito neste presente trabalho, e levando em consideração as ressalvas feitas ao longo do desenvolvimento do mesmo, são listadas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Realizar entrevistas com os discentes para assegurar que as descobertas deste estudo estão dentro da realidade vivida na graduação de Engenharia Elétrica;
- Discriminar as análises em termos dos currículos vigentes no período observado, uma vez que a integralização interfere diretamente nos índices de reprovação e cancelamentos de disciplinas;
- Detalhar o estudo de reprovações em disciplinas da família de Engenharia Elétrica pelas 55 matérias listadas, permitindo uma visão mais ampla do que o estudo por períodos;
- Acompanhar os índices de trancamentos semestrais e observar se são refletidos em evasões, propondo soluções individuais para cada motivação de trancamento;
- Observar a distribuição de reprovações com o novo currículo e refazer o estudo com base em dados históricos do mesmo;
- Estudar as ementas de Pré-Cálculo e Introdução à Geometria Analítica e Álgebra Linear para atender as dificuldades elencadas pelos discentes.

REFERÊNCIAS

ALBIWI, S.; ANTONY, J.; LIM, S. **“A systematic review of lean six sigma for the manufacturing industry”**, Business Process Management Journal, Vol. 21 No. 3, pp. 665-691. 2015.

ANTONY, J.; KRISHAN, N.; CULLEN, D.; KUMAR, M. **“Lean six sigma for higher education institutions (HEIs): challenges, barriers, success factors, tools/techniques”**, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 61 No. 8, pp. 940-948. 2012.

Brasil. Ministério da Economia. Secretaria Especial do Tesouro e Orçamento. Secretaria de Orçamento Federal. **Orçamentos da União exercício financeiro 2022: projeto de lei orçamentária**. - Brasília, 2021.

FURTERER, S.; ELSHENNAWY, A.K. **“Implementation of TQM and lean six sigma tools in local government: a framework and a case study”**, Total Quality Management and Business Excellence, Vol. 16 No. 10, pp. 1179-1191. 2005.

GEORGE, M.L.; GEORGE, M. **Lean Six Sigma for Service**, McGraw-Hill, New York, NY, p. 273. 2003.

GOH, T.N. **“A strategic assessment of six sigma”**, Quality and Reliability Engineering International, Vol. 18 No. 5, pp. 403-410. 2002.

KUMAR, M.; ANTONY, J.; MADU, C.N.; MONTGOMERY, D.C.; PARK, S.H. **“Common myths of six sigma demystified”**, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol. 25 No. 8, pp. 878-895. 2008.

LEE, T.W. **“Using Qualitative Methods in Organizational Research”**, Sage, Thousand Oaks. 1999

LI, N.; LAUX, C. M.; ANTONY, J. **How to use lean Six Sigma methodology to improve service process in higher education**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 10, n. 4, p. 883–908, 1 nov. 2019.

NAKHAI, B.; NEVES, J.S. **“The challenges of six sigma in improving service quality”**, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol. 26 No. 7, pp. 663-684. 2009. 2009.

NASLUND, D. **“Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods?”**, Business Process Management Journal, Vol. 14 No. 3, pp. 269-287. 2008.

PYZDEK, T.; KELLER, P.A. **The Six Sigma Handbook**, McGraw-Hill Education, p. 25. 2014.

SAREEN, S.; LAUX, C.; MARSHALL, B. **“The suitability of lean, six sigma and lean six sigma for small, medium and large-scale firms”**, Proceedings of the Conference for Industry and Education Collaboration: American Society for Engineering Education. Savannah, GA. 2014.

SHANKAR, R. **Process Improvement Using Six Sigma: A Dmaic Guide**. Milwaukee: Asq Quality Press, 2009.

SVENSSON, C.; ANTONY, J.; BA-ESSA, M.; BAKHSH, M.; ALBLIWI, S. “A lean six sigma program in higher education”, *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 32 No. 9, pp. 951-969. 2015.

Universidade de São Paulo (USP). **A cobrança de mensalidades nas universidades públicas**. *Jornal da USP*, [São Paulo], 15 jul. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/a-cobranca-de-mensalidades-nas-universidades-publicas/>. Acesso em: 28 jul. 2023.

Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Plano De Auditoria Interna/Paint**. Universidade Federal do Paraná. Audin. Curitiba, 2021.

Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Relatório de Autoavaliação**. Curitiba, 2022.

Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Resolução nº 22/22-CEPE**. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. Curitiba, 2022.

Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Resolução nº 37/97-CEPE**. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. Curitiba, 1998.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation**, Simon and Schuster. 2010.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **The Machine That Changed the World, Harper Perennial**, New York, NY. 1990.

YIN, R.K. **“Case study research: Design and methods”**, 4ª ed. 2014.

YIN, R.K. **“Case Study Research: Design and Methods”**, 4ª ed., Sage, Thousand Oaks. 2009.

YIN, R.K. **“The case study as a serious research strategy. Knovi Ledge Creation. Diffusion. Utilization”**. 1981.

ANEXO 1 – AGRUPAMENTO DE DISCIPLINAS EM FAMÍLIAS

FAMÍLIA	DISCIPLINA
ADMINISTRACAO	ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS
	ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO
	ADMINISTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE EMPRESAS DE ENGENHARIA I
	ECONOMIA DE ENGENHARIA
	ECONOMIA E DIREITO
	ECONOMIA PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	FUNDAMENTOS DE ECONOMIA PARA ENGENHEIROS
	GERÊNCIA DE PRODUTOS E SERVIÇOS
	GERENCIA DE PROJETOS
	HISTÓRIA ECONÔMICA GERAL
	INTRODUÇÃO À ECONOMIA
	MERCADO DE CAPITAIS: ANÁLISE DE INVESTIMENTOS
	TÓPICOS ESPECIAIS EM ECONOMIA III
CIENCIA DA COMPUTACAO	APRENDIZADO DE MÁQUINA
	APRENDIZADO DE MÁQUINAS
	ARQUITETURAS DE ALTO DESEMPENHO
	BANCO DE DADOS
	BANCO DE DADOS PARA SISTEMAS EMBARCADOS
	CAD PARA ELETRÔNICA
	COMPUTAÇÃO GRÁFICA
	CRIOGRAFIA
	DISPOSITIVOS REPROGRAMÁVEIS
	ENGENHARIA DE SOFTWARE PARA SISTEMAS EMBARCADOS
	FUNDAMENTOS DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES
	GERENCIAMENTO DE REDES DE COMPUTADORES
	PROCESSAMENTO DE IMAGENS
	PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES
	PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES PARA EE
	PROGRAMAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS
	PROGRAMAÇÃO DE SISTEMAS EMBARCADOS
	PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR
	PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A MÁQUINAS VIRTUAIS
	PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETO
	PROGRAMAÇÃO WEB
	RECONHECIMENTO DE PADRÕES
	REDES DE COMPUTADORES
	ROBÓTICA MÓVEL
	SISTEMAS OPERACIONAIS EMBARCADOS
TÉCNICAS DE PROGRAMAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA I	
TÉCNICAS DE PROGRAMAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA II	

	TÓPICOS EM COMPUTAÇÃO BIOINSPIRADA
	TÓPICOS EM COMPUTAÇÃO GRÁFICA
	TÓPICOS EM REDES DE COMPUTADORES
	TÓPICOS EM VISÃO COMPUTACIONAL
	VISÃO COMPUTACIONAL E PERCEPÇÃO
	DIREITOS HUMANOS - DIÁLOGOS TRANSVERSAIS
	DIVERSIDADE ÉTNICO-RACIAL, GÊNERO E SEXUALIDADE
	ENGENHARIA E SOCIEDADE I
	ENGENHARIA E SOCIEDADE II
	FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO I
	FILOSOFIA GERAL I
	FILOSOFIA MEDIEVAL IV
	FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO ESPECIAL
	FUNDAMENTOS PSICOLÓGICOS DO COMPORTAMENTO HUMANO NAS ORG
	HISTÓRIA ANTIGA
	HISTÓRIA CONTEMPORÂNEA B
	HISTÓRIA CONTEMPORÂNEA I
	HISTÓRIA DA ARTE
	HISTÓRIA DA FILOSOFIA CONTEMPORÂNEA I
	HISTÓRIA DA FILOSOFIA MODERNA I
	HISTÓRIA DA FILOSOFIA MODERNA V
	HISTÓRIA DO BRASIL II
	HISTÓRIA DO BRASIL IV
	HISTÓRIA E DIREITOS HUMANOS
	HISTÓRIA MEDIEVAL
	INTRODUÇÃO À FILOSOFIA I
	MIGRAÇÃO, REFÚGIO E DIREITOS HUMANOS
	PSICOLOGIA SOCIAL
	SOCIEDADE, ESPAÇO E NATUREZA
	TEORIA DAS CIÊNCIAS HUMANAS I
	TÓPICOS ESPECIAIS DE HISTÓRIA E ARTES VISUAIS
	TOPICOS ESPECIAIS DE HISTÓRIA E CULTURA
	TÓPICOS ESPECIAIS EM INTRODUÇÃO A FILOSOFIA II
	TOPICOS ESPECIAIS EM PSICOLOGIA I
	TÓPICOS ESPECIAIS EM PSICOLOGIA, MIGRAÇÃO E REFÚGIO
	CIRCUITOS ELETRÔNICOS LINEARES
	CONFIABILIDADE EM SISTEMAS ELETRÔNICOS
	CONSTRUÇÃO ELETRÔNICA
	CONTROLE DIGITAL DE PROCESSOS - ELETRÔNICA
	ELETRICIDADE APLICADA I
	ELETRÔNICA ANALÓGICA I
	ELETRÔNICA ANALÓGICA II
	ELETRÔNICA APLICADA I
	ELETRÔNICA APLICADA II
CIÊNCIAS SOCIAIS	
ELETRÔNICA	

ELETRONICA DE POTENCIA
ELETRÔNICA DE POTÊNCIA
ELETRÔNICA DE POTÊNCIA - PROJETO DE INVERSORES E CONVERSORES CC-CC
ELETRÔNICA DE POTÊNCIA I
ELETRÔNICA DIGITAL
ELETRONICA DIGITAL I
FUNDAMENTOS DA ELETRÔNICA
INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA
LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS I
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA ANALÓGICA I
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA ANALÓGICA II
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA DIGITAL
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA I
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA II
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA III
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA IV
MICROCONTROLADORES
MICROELETRÔNICA I
MICROELETRÔNICA II
MICROONDAS
MICROPROCESSADORES E MICROCONTRALADORES
MOBILIDADE - ELETRÔNICA 1
MOBILIDADE - ELETRÔNICA 2
MOBILIDADE - ELETRÔNICA 3
MOBILIDADE - ELETRÔNICA 4
MOBILIDADE - ELETRÔNICA 5
MOBILIDADE - ELETROTÉCNICA 2
PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS I - ELETRONICA
PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS II
PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS II - ELETRONICA
PROGRAMACAO ORIENTADA A OBJETO - ELETRONICA
PROJETOS EM DISTEMAS EM PLD - ELETRONICA
REDES DE COMPUTADORES - ELETRONICA
ROBÓTICA APLICADA
SENSORES E INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA
SISTEMAS DE CONTROLE AVANÇADO - ELETRONICA
SISTEMAS ELETRÔNICOS DE TEMPO-REAL
TÓPICOS AVANÇADOS EM ELETRÔNICA I
TÓPICOS AVANÇADOS EM ELETRÔNICA III
TÓPICOS ESPECIAIS EM ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES I
TÓPICOS ESPECIAIS EM ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES II
TÓPICOS ESPECIAIS EM ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES III
TÓPICOS ESPECIAIS EM ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES IV

ELETROTECNICA	ACIONAMENTO DE MÁQUINAS
	ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS I
	ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II
	ANÁLISE DE SINAIS
	ANÁLISE DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA
	ANÁLISE, MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS I
	CENTRAIS ELÉTRICAS
	CONTROLE DIGITAL DE PROCESSOS
	CONTROLE E SERVOMECANISMO
	DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	ELETRICIDADE APLICADA
	ELETRÔNICA DE POTÊNCIA II
	ENSAIOS EM EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
	ESTABILIDADE EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA
	FUNDAMENTOS PARA ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE EDIFÍCIOS DE USO COLETIVO
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E INDUSTRIAIS II
	INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA
	INTRODUÇÃO A CIRCUITOS ELÉTRICOS
	LINHAS DE TRANSMISSÃO
	MÁQUINAS SÍNCRONAS
	MEDIDAS ELÉTRICAS EM ALTAS FREQUÊNCIAS
	MOBILIDADE - ELETROTÉCNICA 1
	MOBILIDADE - ELETROTÉCNICA 3
	MOBILIDADE - ELETROTÉCNICA 4
	MOBILIDADE - ELETROTÉCNICA 5
	MOBILIDADE - ELETROTÉCNICA 6
	MOBILIDADE - SISTEMAS EMBARCADOS 1
	MOBILIDADE - SISTEMAS EMBARCADOS 2
	MOBILIDADE - SISTEMAS EMBARCADOS 3
	MOBILIDADE - SISTEMAS EMBARCADOS 4
	MOBILIDADE - SISTEMAS EMBARCADOS 5
	MOBILIDADE ELETROTÉCNICA 2
	MODELAGEM ELETROMAGNÉTICA
	MOTORES DE INDUÇÃO
	OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA
	PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA
	PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS I
	PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA
	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS I
PROJETO DE CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITAIS	
PROJETO DE INVERSORES E CONVERSORES	
PROPAGAÇÃO	

	PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS
	SEMICONDUCTORES
	SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES ÓPTICAS E SEM FIO
	SISTEMAS DE CONTROLE APLICADOS À GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	SISTEMAS DE CONTROLE AVANÇADO
	SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DISTÚRBIOS ELÉTRICOS
	SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA II
	SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA III
	SOBRETENSÃO E COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA
	SUBESTAÇÕES
	TEORIA DE TRÁFEGO
	TESTABILIDADE E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DIGITAIS
	TOPICOS ESPECIAIS EM ENERGIA ELETRICA - ELETROTECN
	TRANSPORTES SUSTENTÁVEIS: UMA INTRODUÇÃO À MOBILIDADE ELÉTRICA
ENERGIA	CONVERSÃO DE ENERGIA I
	CONVERSÃO DE ENERGIA II
	CONVERSÃO DE ENERGIA III
	INTRODUCAO AOS SISTEMAS DE ENERGIA ELETRICA
	LABORATÓRIO DE CONVERSÃO DE ENERGIA
	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENERGIA ELÉTRICA I
	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENERGIA ELÉTRICA II
	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENERGIA ELÉTRICA III
	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENERGIA ELÉTRICA IV
	TÓPICOS ESPECIAIS EM QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA
	TRANSFORMADORES E AUTOTRANSFORMADORES TRIFÁSICOS
	TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
ENGENHARIA	CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS
	CIENCIA DOS MATERIAIS
	CIENCIAS E ENGENHARIA DOS MATERIAIS
	DESENHO TECNICO I
	DESENHO TÉCNICO I
	DESENHO TÉCNICO PARA EE
	ELABORACAO DE RELATORIOS TECNICOS
	ENGENHARIA DE SEGURANCA DO TRABALHO
	ENGENHARIA DE SEGURANÇA NO TRABALHO
	FENÔMENO DE TRANSPORTE NA ENGENHARIA
	FENÔMENO DE TRANSPORTE NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	FENÔMENOS DE TRANSPORTE I
	FENÔMENOS DE TRANSPORTE II
	FENOMENOS DE TRANSPORTE NA ENGENHARIA ELETRICA
	GERÊNCIA DE PROJETOS
	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA BIOMÉDICA

	INTRODUÇÃO A PROJETOS DE PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
	INTRODUÇÃO AO PROJETO DE AERONAVES
	MECANICA DOS FLUIDOS
	MECÂNICA DOS SÓLIDOS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO PARA ENGENHARIA
	TEORIA DA INFORMAÇÃO E CODIFICAÇÃO
ENGENHARIA ELETRICA	ACIONAMENTOS DE MÁQUINAS
	ANÁLISE I
	ANÁLISE VETORIAL NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	ANÁLISE, MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS II
	CÁLCULO DE CURTO-CIRCUITOS EM SISTEMAS ELÉTRICOS
	CENTRAIS ELETRICAS
	CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS MATERIAIS ELÉTRICOS
	CIÊNCIAS AMBIENTAIS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	CIRCUITOS ELÉTRICOS I
	CIRCUITOS ELETRICOS II
	CIRCUITOS ELÉTRICOS II
	CIRCUITOS LÓGICOS
	CIRCUITOS NAO LINEARES
	DESENHO UNIVERSAL PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	DINÂMICA DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS
	DISPOSITIVOS ELETRONICOS
	ECOLOGIA, AMBIENTE E A ENGENHARIA ELETRICA
	ELETRICIDADE APLICADA II
	ELETRICIDADE E MAGNETISMO
	ELETROMAGNETISMO APLICADO À ENGENHARIA ELÉTRICA
	ENGENHARIA ELÉTRICA E SOCIEDADE
	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	FUNDAMENTOS DE COMUNICAÇÃO
	FUNDAMENTOS DE SISTEMAS ELETROMECAÑICOS
	INSTALACOES ELETRICAS
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS I
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS II
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E INDUSTRIAIS I
	INTRODUCAO A ENGENHARIA ELETRICA
	INTRODUÇÃO À EXPRESSÃO GRÁFICA NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	INTRODUÇÃO À EXTENSÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	INTRODUÇÃO À TEORIA ELETROMAGNÉTICA
	INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS ESTOCÁSTICOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA
LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS I	
LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II	
LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA I	

	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA II
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA III
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA IV
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA V
	LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE
	MATERIAIS ELETRICOS
	MATERIAIS ELÉTRICOS
	METODOLOGIA DE PESQUISA PARA ENGENHEIROS ELETRICISTAS
	MICROPROCESSADORES E MICROCONTROLADORES
	MODELAGEM DE SISTEMAS ELETRICOS
	OFICINA DE PROJETOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	ONDAS ELETROMAGNETICAS
	PROJETO INTEGRADO A
	PROJETO INTEGRADO B
	PROJETO INTEGRADO C
	PROJETO INTEGRADO D
	PROJETOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS
	SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
	SINAIS E SISTEMAS
	SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA I
	SISTEMAS LINEARES DE CONTROLE
	TECNICAS ANALITICAS PARA ENGENHARIA ELETRICA
	TÉCNICAS DE MODULAÇÃO
	TEORIA DE SISTEMAS LINEARES DE CONTROLE
ESTÁGIO	ESTÁGIO
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO I
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO II
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO PARA DUPLA DIPLOMAÇÃO
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO PARCIAL I
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO PARCIAL II
EXTENSAO	PROJETO DE EXTENSÃO A
	PROJETO DE EXTENSÃO B
	PROJETO DE EXTENSÃO C
	PROJETO DE EXTENSÃO D
	PROJETO DE EXTENSÃO E
FISICA	ESTRUTURA DA MATERIA
	FISICA EXPERIMENTAL I
	FÍSICA EXPERIMENTAL I
	FISICA EXPERIMENTAL II
	FÍSICA EXPERIMENTAL II
	FISICA I
	FÍSICA I
	FÍSICA I PARA EE

	FÍSICA II
	FÍSICA II
	FÍSICA II PARA EE
	FÍSICA IV
	FÍSICA IV
	FÍSICA IV PARA EE
	INTRODUÇÃO A ASTRONOMIA I
	ONDAS ELETROMAGNÉTICAS
LINGUAS	COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO PARA ENGENHEIROS
	COMUNICAÇÃO EM LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS - LIBRAS
	COMUNICAÇÃO EM LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS-LIBRAS: FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO BILÍNGUE PARA SURDOS
	INGLÊS I
	INTRODUÇÃO A LÍNGUA INGLESA ESCRITA
	LEITURA DE TEXTOS ACADÊMICOS EM LÍNGUA INGLESA
	PORTUGUES: PRÁTICAS TEXTUAIS ACADÊMICAS IV
	PRODUÇÃO ESCRITA ACADÊMICA EM LÍNGUA PORTUGUESA
MATEMATICA	ÁLGEBRA LINEAR
	ÁLGEBRA LINEAR PARA EE
	CÁLCULO 1
	CÁLCULO 1A
	CÁLCULO 2
	CÁLCULO 2A
	CÁLCULO 3
	CÁLCULO I
	CÁLCULO I PARA EE
	CÁLCULO II
	CÁLCULO II PARA EE
	CÁLCULO III
	CÁLCULO III PARA EE
	ESTATÍSTICA II
	ESTATÍSTICA PARA EE
	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA I
	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA II
	GEOMETRIA ANALÍTICA
	GEOMETRIA ANALÍTICA PARA EE
	IDEIAS FUNDAMENTAIS DA MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
	INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA
	INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR
	INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA I
	LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA II
	MÉTODOS NUMÉRICOS

	MÉTODOS NUMÉRICOS
	MÉTODOS NUMÉRICOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	MÉTODOS NUMÉRICOS PARA EE
	PRÉ-CÁLCULO
	PRÉ-CÁLCULO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	TÓPICOS DE FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICA 1
	TÓPICOS ESPECIAIS EM ALGORITMOS
	VARIAVEIS COMPLEXAS
QUIMICA	INTRODUÇÃO À ELETROQUÍMICA
	INTRODUÇÃO À ELETROQUÍMICA PARA EE
TCC	PROJETO DE ENGENHARIA ELÉTRICA PARA DUPLA DIPLOMAÇÃO
	PROJETO DE GRADUACAO
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO A
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO B
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO I
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II
TELECOMUNICAÇÕES	ANTENAS
	CIRCUITOS DE RÁDIO FREQUÊNCIA
	CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQUÊNCIA
	COMUNICAÇÃO DIGITAL
	FUNDAMENTOS DE FOTOGRAFIA
	INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES
	INTRODUÇÃO ÀS REDES DE COMUNICAÇÃO
	MOBILIDADE - TELECOMUNICAÇÕES 1
	MOBILIDADE - TELECOMUNICAÇÕES 2
	MOBILIDADE - TELECOMUNICAÇÕES 3
	MOBILIDADE - TELECOMUNICAÇÕES 4
	MOBILIDADE - TELECOMUNICAÇÕES 5
	PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES
	PRINCIPIOS DE COMUNICACAO
	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS
	REDES DE ACESSO SEM FIO
	REDES EXTERNAS
	REDES EXTERNAS I - TELECOMUNICACOES
	SISTEMAS DE GEO-LOCALIZAÇÃO BASEADOS EM SATÉLITES
	TESTABILIDADE E SEGURANÇA DE SOFTWARE EMBARCADO
	TÓPICOS AVANÇADOS EM TELECOMUNICAÇÕES I
	TÓPICOS AVANÇADOS EM TLECOMUNICAÇÕES II

**ANEXO 2 – AGRUPAMENTO DE DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS EM
FAMÍLIAS**

FAMÍLIA	DISCIPLINA
ADMINISTRACAO	ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS
	ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO
	ADMINISTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE EMPRESAS DE ENGENHARIA I
	ECONOMIA DE ENGENHARIA
	ECONOMIA PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	FUNDAMENTOS DE ECONOMIA PARA ENGENHEIROS
	GERÊNCIA DE PRODUTOS E SERVIÇOS
	GERENCIA DE PROJETOS
CIENCIA DA COMPUTACAO	INTRODUÇÃO À ECONOMIA
	CAD PARA ELETRÔNICA
	FUNDAMENTOS DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES
	PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES
	PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES PARA EE
	PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A MÁQUINAS VIRTUAIS
	PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETO
	REDES DE COMPUTADORES
	SISTEMAS OPERACIONAIS EMBARCADOS
TÉCNICAS DE PROGRAMAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA I	
TÉCNICAS DE PROGRAMAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA II	
CIENCIAS SOCIAIS	ENGENHARIA E SOCIEDADE I
	ENGENHARIA E SOCIEDADE II
ELETRONICA	CIRUITOS ELETRONICOS LINEARES
	CONFIABILIDADE EM SISTEMAS ELETRÔNICOS
	CONSTRUÇÃO ELETRÔNICA
	ELETRICIDADE APLICADA I
	ELETRÔNICA ANALÓGICA I
	ELETRÔNICA ANALÓGICA II
	ELETRÔNICA APLICADA I
	ELETRÔNICA APLICADA II
	ELETRONICA DE POTENCIA
	ELETRÔNICA DE POTÊNCIA
	ELETRÔNICA DE POTÊNCIA I
	ELETRÔNICA DIGITAL
	ELETRONICA DIGITAL I
	FUNDAMENTOS DA ELETRÔNICA
	INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA
	LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA ANALÓGICA I
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA ANALÓGICA II	

	LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA DIGITAL
	LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA I
	LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA II
	LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA III
	LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA IV
	MICROCONTROLADORES
	MICROELETRÔNICA I
	MICROELETRÔNICA II
	MICROPROCESSADORES E MICROCONTRALADORES
	ROBÓTICA APLICADA
	SENSORES E INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA
	SISTEMAS ELETRÔNICOS DE TEMPO-REAL
ELETROTECNICA	ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS I
	ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II
	ANÁLISE DE SINAIS
	ANÁLISE, MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS I
	CONTROLE E SERVOMECANISMO
	ELETRICIDADE APLICADA
	ELETRÔNICA DE POTÊNCIA II
	FUNDAMENTOS PARA ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E INDUSTRIAIS II
	INTRODUÇÃO A CIRCUITOS ELÉTRICOS
	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS I
	SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA II
	SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA III
ENERGIA	CONVERSÃO DE ENERGIA I
	CONVERSÃO DE ENERGIA II
	CONVERSÃO DE ENERGIA III
	INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE ENERGIA ELETRICA
	LABORATÓRIO DE CONVERSÃO DE ENERGIA
ENGENHARIA	CIENCIA DOS MATERIAIS
	DESENHO TECNICO I
	DESENHO TÉCNICO I
	DESENHO TÉCNICO PARA EE
	ELABORACAO DE RELATORIOS TECNICOS
	ENGENHARIA DE SEGURANCA DO TRABALHO
	ENGENHARIA DE SEGURANÇA NO TRABALHO
	FENÔMENO DE TRANSPORTE NA ENGENHARIA
	FENÔMENO DE TRANSPORTE NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	FENÔMENOS DE TRANSPORTE I
	FENÔMENOS DE TRANSPORTE II
	FENOMENOS DE TRANSPORTE NA ENGENHARIA ELETRICA
	GERÊNCIA DE PROJETOS
	INTRODUÇÃO A PROJETOS DE PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

	INTRODUÇÃO AO PROJETO DE AERONAVES
	MECANICA DOS FLUIDOS
	MECÂNICA DOS SÓLIDOS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	TEORIA DA INFORMAÇÃO E CODIFICAÇÃO
ENGENHARIA ELETRICA	ANÁLISE I
	ANÁLISE VETORIAL NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	ANÁLISE, MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS II
	CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS MATERIAIS ELÉTRICOS
	CIÊNCIAS AMBIENTAIS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	CIRCUITOS ELÉTRICOS I
	CIRCUITOS ELETRICOS II
	CIRCUITOS ELÉTRICOS II
	CIRCUITOS NAO LINEARES
	DISPOSITIVOS ELETRONICOS
	ECOLOGIA, AMBIENTE E A ENGENHARIA ELETRICA
	ELETRICIDADE APLICADA II
	ELETRICIDADE E MAGNETISMO
	ELETROMAGNETISMO APLICADO À ENGENHARIA ELÉTRICA
	ENGENHARIA ELÉTRICA E SOCIEDADE
	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	FUNDAMENTOS DE COMUNICAÇÃO
	FUNDAMENTOS DE SISTEMAS ELETROMECAÑICOS
	INSTALACOES ELETRICAS
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E INDUSTRIAIS I
	INTRODUCAO A ENGENHARIA ELETRICA
	INTRODUÇÃO À EXPRESSÃO GRÁFICA NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	INTRODUÇÃO À EXTENSÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	INTRODUÇÃO À TEORIA ELETROMAGNÉTICA
	INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS ESTOCÁSTICOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS I
	LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA I
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA II
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA III
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA IV
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA V
	LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE
MATERIAIS ELETRICOS	
MATERIAIS ELÉTRICOS	
METODOLOGIA DE PESQUISA PARA ENGENHEIROS ELETRICISTAS	
MICROPROCESSADORES E MICROCONTROLADORES	
OFICINA DE PROJETOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA	

	ONDAS ELETROMAGNETICAS
	PROJETO INTEGRADO A
	PROJETO INTEGRADO B
	PROJETO INTEGRADO C
	PROJETO INTEGRADO D
	SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE SINAIS E SISTEMAS
	SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA I
	SISTEMAS LINEARES DE CONTROLE
	TECNICAS ANALITICAS PARA ENGENHARIA ELETRICA
	TÉCNICAS DE MODULAÇÃO
ESTÁGIO	ESTÁGIO
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO I
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO II
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO PARA DUPLA DIPLOMAÇÃO
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO PARCIAL I
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO PARCIAL II
EXTENSÃO	PROJETO DE EXTENSÃO A
	PROJETO DE EXTENSÃO B
	PROJETO DE EXTENSÃO C
	PROJETO DE EXTENSÃO D
FÍSICA	ESTRUTURA DA MATERIA
	FISICA EXPERIMENTAL I
	FÍSICA EXPERIMENTAL I
	FISICA EXPERIMENTAL II
	FÍSICA EXPERIMENTAL II
	FISICA I
	FÍSICA I
	FÍSICA I PARA EE
	FISICA II
	FÍSICA II
	FÍSICA II PARA EE
	FISICA IV
	FÍSICA IV
	FÍSICA IV PARA EE
	ONDAS ELETROMAGNÉTICAS
LÍNGUAS	COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO PARA ENGENHEIROS
MATEMATICA	ÁLGEBRA LINEAR
	ÁLGEBRA LINEAR PARA EE
	CÁLCULO 1
	CÁLCULO 1A
	CÁLCULO 2
	CÁLCULO 2A
	CÁLCULO 3

	CÁLCULO I
	CÁLCULO I PARA EE
	CÁLCULO II
	CÁLCULO II PARA EE
	CÁLCULO III PARA EE
	ESTATÍSTICA II
	ESTATÍSTICA PARA EE
	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA I
	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA II
	GEOMETRIA ANALÍTICA
	GEOMETRIA ANALÍTICA PARA EE
	INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA
	INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR
	INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA I
	LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA II
	MÉTODOS NUMÉRICOS
	MÉTODOS NUMÉRICOS
	MÉTODOS NUMÉRICOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	MÉTODOS NUMÉRICOS PARA EE
	PRÉ-CÁLCULO
	PRÉ-CÁLCULO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
QUIMICA	INTRODUÇÃO À ELETROQUÍMICA
	INTRODUÇÃO À ELETROQUÍMICA PARA EE
TCC	PROJETO DE ENGENHARIA ELÉTRICA PARA DUPLA DIPLOMAÇÃO
	PROJETO DE GRADUACAO
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO A
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO B
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO I
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II
TELECOMUNICAÇÕES	INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES
	INTRODUÇÃO ÀS REDES DE COMUNICAÇÃO
	PRINCIPIOS DE COMUNICACAO
	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS
	TESTABILIDADE E SEGURANÇA DE SOFTWARE EMBARCADO

**ANEXO 3 – PADRONIZAÇÃO DAS DISCIPLINAS DA FAMÍLIA DE
MATEMÁTICA**

PADRONIZAÇÃO	DISCIPLINA	CÓDIGOS
ÁLGEBRA LINEAR	ÁLGEBRA LINEAR	CM005
	ÁLGEBRA LINEAR	CMA212
	ÁLGEBRA LINEAR PARA EE	TE307
CÁLCULO I	CÁLCULO 1	CM311
	CÁLCULO 1A	CMA111
	CÁLCULO I	CM041
	CÁLCULO I PARA EE	TE301
CÁLCULO II	CÁLCULO 2	CM312
	CÁLCULO 2A	CMA211
	CÁLCULO II	CM042
	CÁLCULO II PARA EE	TE308
CÁLCULO III	CÁLCULO 3	CM313
	CÁLCULO III PARA EE	TE312
ESTATÍSTICA	ESTATÍSTICA II	CE003
	ESTATÍSTICA PARA EE	TE330
	INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA	CE009
FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA I	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA I	TE203
FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA II	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA A ENGENHARIA ELÉTRICA II	TE204
GEOMETRIA ANALÍTICA	GEOMETRIA ANALÍTICA	CM045
	GEOMETRIA ANALÍTICA	CMA112
	GEOMETRIA ANALÍTICA PARA EE	TE304
INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR	INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR	CM303
	INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR PARA ENGENHARIA ELÉTRICA	TE368
LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA I	LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA I	TE201
LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA II	LABORATÓRIO MATEMÁTICO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA II	TE202
MÉTODOS NUMÉRICOS	MÉTODOS NUMÉRICOS	CI184
	MÉTODOS NUMÉRICOS	CI181
	MÉTODOS NUMÉRICOS	CI202
	MÉTODOS NUMÉRICOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA	TE231
	MÉTODOS NUMÉRICOS PARA EE	TE327
PRÉ-CÁLCULO	PRÉ-CÁLCULO	CM310

	PRÉ-CÁLCULO PARA ENGENHARIA ELÉTRICA	TE367
--	---	-------

ANEXO 4 – SUBDIVISÃO DE DISCIPLINAS DA FAMÍLIA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PERÍODO	NOME DA DISCIPLINA
1º	ANÁLISE VETORIAL NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	FUNDAMENTOS DE SISTEMAS ELETROMECAÑICOS
	INTRODUCAO A ENGENHARIA ELETRICA
	INTRODUÇÃO À EXTENSÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	METODOLOGIA DE PESQUISA PARA ENGENHEIROS ELETRICISTAS
2º	CIRCUITOS LÓGICOS
	INTRODUÇÃO À EXPRESSÃO GRÁFICA NA ENGENHARIA ELÉTRICA
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA I
	OFICINA DE PROJETOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA
3º	CIRCUITOS ELÉTRICOS I
	CIRCUITOS ELETRICOS II
	DISPOSITIVOS ELETRONICOS
	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA
	INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS ESTOCÁSTICOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA
	LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS I
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA II
	TECNICAS ANALITICAS PARA ENGENHARIA ELETRICA
4º	CIRCUITOS ELÉTRICOS II
	CIRCUITOS NAO LINEARES
	DINÂMICA DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS
	ELETRICIDADE E MAGNETISMO
	ELETRICIDADE E MAGNETISMO
	INTRODUÇÃO À TEORIA ELETROMAGNÉTICA
	LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA III
	MODELAGEM DE SISTEMAS ELETRICOS
	SINAIS E SISTEMAS
5º	ELETROMAGNETISMO APLICADO À ENGENHARIA ELÉTRICA
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA IV
	MICROPROCESSADORES E MICROCONTROLADORES
	ONDAS ELETROMAGNETICAS
	TEORIA DE SISTEMAS LINEARES DE CONTROLE
6º	ANÁLISE, MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS II
	LABORATORIO DE ENGENHARIA ELETRICA V
	LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE
	MATERIAIS ELETRICOS
	SISTEMAS LINEARES DE CONTROLE
7º	ELETRICIDADE APLICADA II
	INSTALACOES ELETRICAS
	MATERIAIS ELÉTRICOS

	SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA I
	TÉCNICAS DE MODULAÇÃO
8º	ACIONAMENTOS DE MÁQUINAS
	CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS MATERIAIS ELÉTRICOS
	ECOLOGIA, AMBIENTE E A ENGENHARIA ELETRICA
	FUNDAMENTOS DE COMUNICAÇÃO
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E INDUSTRIAIS I
	PROJETO INTEGRADO A
9º	PROJETO INTEGRADO B
	SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
10º	ENGENHARIA ELÉTRICA E SOCIEDADE
	PROJETO INTEGRADO C
11º	PROJETO INTEGRADO D
12º	CIÊNCIAS AMBIENTAIS PARA ENGENHARIA ELÉTRICA