**ROTEIRIZAÇÃO SUSTENTÁVEL: OTIMIZAÇÃO DE ROTAS COM VEÍCULOS ELÉTRICOS**

Lucas Edmundo Mello Silva (1), Luiz Eduardo Mello Silva (2). Orientador: Prof. Dr. Marcelo Daisuke Yamaki. (1) 8-CCOMP-00334340, (2) 8-CCOMP-228641.

**RESUMO**

Este trabalho aborda a otimização da roteirização de veículos elétricos (EVs) em operações logísticas na região metropolitana de São Paulo, com o objetivo de reduzir custos operacionais e minimizar o impacto ambiental. A escolha dos EVs se justifica pela crescente demanda por soluções de transporte sustentável e pela necessidade de cumprir regulamentações ambientais mais rígidas. O principal objetivo é desenvolver um modelo matemático que leve em consideração as restrições de autonomia dos EVs, o tempo de recarga e a localização das estações de recarga, maximizando a eficiência das entregas urbanas. A metodologia inclui a análise da malha urbana, coleta de dados sobre a infraestrutura de recarga e aplicação de modelos de otimização de roteirização. O estudo de caso na região metropolitana de São Paulo demonstrou que o modelo proposto pode promover uma significativa redução nas emissões de CO₂. Conclui-se que a aplicação desse modelo é viável em outras grandes cidades, desde que haja adaptação às condições locais de infraestrutura e demanda logística.

**Palavras-Chave:** Veículos elétricos; otimização de rotas; logística urbana; EVRP; São Paulo.

**ABSTRACT**

This study addresses the optimization of electric vehicle (EV) routing in logistics operations in the metropolitan region of São Paulo, aiming to reduce operational costs and minimize environmental impact. The use of EVs is justified by the growing demand for sustainable transport solutions and the need to comply with stricter environmental regulations. The main objective is to develop a mathematical model that considers the EVs' range limitations, charging time, and the location of charging stations, maximizing the efficiency of urban deliveries. The methodology includes analyzing the urban network, collecting data on charging infrastructure, and applying vehicle routing optimization models. The case study conducted in the metropolitan region of São Paulo demonstrated that the proposed model can significantly lower CO₂ emissions. It is concluded that this model can be applied in other major cities, provided it is adapted to local infrastructure and logistics demand conditions.

**Keywords:** Electric vehicles; route optimization; urban logistics; EVRP; São Paulo.

**1. Introdução**

Nas últimas décadas, a preocupação com as mudanças climáticas tem crescido significativamente, resultando em ações mais rigorosas de governos e empresas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa. De acordo com o Relatório de 2021 do IPCC, o setor de transportes contribui com cerca de 24% das emissões globais de CO₂ relacionadas à energia, tornando-o um alvo prioritário para estratégias de descarbonização [1]. Nesse contexto, a eletrificação das frotas logísticas tem se mostrado uma solução eficaz para reduzir as emissões e melhorar a eficiência energética. Em 2023, as vendas globais de veículos elétricos atingiram aproximadamente 14 milhões, representando 18% do total de veículos vendidos no mundo e um crescimento de 35% em relação ao ano anterior [2]. Esse aumento reflete a transição em curso, com muitos países incentivando a eletrificação de frotas não apenas para o transporte de passageiros, mas também para operações logísticas. Em 2024, as expectativas indicam que as vendas globais de veículos elétricos podem chegar a 17 milhões, representando mais de um quinto de todos os carros vendidos [3].

No entanto, é importante diferenciar as etapas de produção, venda e emplacamento no ciclo de vida de um veículo, já que esses dados refletem realidades distintas no mercado. Em 2023, a China produziu cerca de 27 milhões de veículos, dos quais aproximadamente 30% eram elétricos, destinados tanto ao mercado interno quanto à exportação [4].

A venda, por sua vez, representa os veículos adquiridos por consumidores e empresas, refletindo diretamente a demanda. No Brasil, as vendas de veículos elétricos cresceram 48% em 2023, totalizando cerca de 76.000 unidades, embora esses veículos ainda enfrentem desafios devido à infraestrutura de recarga limitada [2]. Já o emplacamento indica os veículos efetivamente registrados e em circulação. Em 2023, na União Europeia, cerca de 10% dos veículos emplacados eram elétricos, com o mercado brasileiro em desenvolvimento, evidenciando ainda uma diferença entre vendas e emplacamento devido a questões estruturais e burocráticas [5].

Além disso, as tendências de produção e adoção variam significativamente entre tipos de veículos. Os veículos de passeio lideram em eletrificação, com incentivos e subsídios focados na transição para veículos de menor impacto ambiental, como observado na Europa, onde cerca de 14% dos veículos registrados em 2023 foram elétricos [3]. Em contraste, os veículos comerciais leves, como furgões, ganham espaço em operações urbanas, mas sua penetração é menor em comparação aos veículos de passeio devido a desafios específicos de autonomia. Já os veículos comerciais pesados enfrentam obstáculos ainda maiores, como a necessidade de infraestrutura de recarga robusta para longas distâncias, o que limita sua adoção em comparação com veículos mais leves [4].

Países como a Noruega, onde 54% dos veículos de passeio já são elétricos, têm liderado essa transformação. A Alemanha também tem se destacado, com incentivos robustos para a eletrificação de frotas logísticas, reduzindo as emissões no setor de transporte de mercadorias e obtendo ganhos expressivos na eficiência das operações [6]. Além disso, cidades como Amsterdã e Roterdã têm sido pioneiras na implementação de veículos elétricos para entregas urbanas, com resultados promissores. Em Amsterdã, o uso de veículos elétricos (EVs) em operações logísticas reduziu em 31% as emissões de CO₂ no setor, enquanto Roterdã observou uma redução de até 20% nos custos operacionais das empresas logísticas que adotaram EVs [7]. Esses exemplos ilustram o potencial dos veículos elétricos para transformar a logística urbana, principalmente em grandes centros urbanos densamente povoados.

No Brasil, a integração dos EVs nas operações logísticas urbanas enfrenta desafios consideráveis, como a infraestrutura de recarga limitada. Atualmente, o país possui cerca de 2.500 estações de recarga, número insuficiente para suportar a crescente frota de veículos elétricos, que em 2024 alcançou aproximadamente 150.000 unidades, incluindo híbridos e totalmente elétricos [2, 8]. Embora as vendas de EVs no Brasil tenham crescido 48% em 2023 [2], a autonomia limitada e a escassez de estações continuam restringindo o uso de EVs em larga escala, especialmente nas grandes cidades [9].

O foco da pesquisa é otimizar a roteirização de veículos elétricos (EVs) para entregas urbanas na região metropolitana de São Paulo, uma abordagem necessária para atender a metas de sustentabilidade e regulamentações ambientais rigorosas. A implementação de EVs, embora promissora, enfrenta desafios como a autonomia limitada das baterias e a necessidade de pontos de recarga estrategicamente localizados, o que exige um planejamento otimizado das rotas para garantir a eficiência operacional e viabilidade econômica [6].

A proposta deste trabalho é desenvolver um modelo de otimização de roteirização que aborde esses desafios, revisitando o problema de roteirização de veículos sob a ótica das restrições impostas pelos EVs. Embora o problema de roteirização de veículos (VRP – Vehicle Routing Problem) seja amplamente estudado na literatura, a inserção de veículos elétricos traz novas complexidades, como a necessidade de considerar o tempo de recarga e a eficiência energética nas rotas planejadas [10]. A contribuição desta pesquisa é fornecer uma solução inovadora adaptada ao contexto de São Paulo, onde a infraestrutura para EVs e sua adoção nas operações logísticas ainda estão em estágio inicial.

Além de contribuir para a sustentabilidade e a eficiência operacional, este modelo pode fornecer insights práticos para empresas de logística que buscam maximizar o uso de suas frotas elétricas. A otimização das rotas pode levar à redução de custos operacionais, à diminuição dos tempos ociosos e ao aumento da competitividade, fatores críticos em um mercado que demanda entregas rápidas e de baixo impacto ambiental [9]. A pesquisa também tem uma relevância significativa para gestores públicos, oferecendo dados que podem apoiar o desenvolvimento de políticas para a expansão da infraestrutura de recarga. Com base nos resultados, espera-se que seja possível identificar locais estratégicos para novas estações de recarga, maximizando a eficiência das operações logísticas em áreas densamente povoadas e de alta demanda, como São Paulo.

Intelectualmente, este trabalho amplia o entendimento sobre o impacto das restrições operacionais dos EVs nas rotas otimizadas. Ao analisar fatores como a localização dos pontos de recarga, a autonomia dos veículos e as demandas logísticas, o estudo fornece uma base sólida para futuras pesquisas que explorem a aplicabilidade desses modelos em outras cidades e contextos operacionais [11]. A aplicação desse modelo matemático em um estudo de caso na região metropolitana de São Paulo permitirá avaliar seu desempenho sob diferentes cenários operacionais, fornecendo uma base empírica para novas soluções de otimização de rotas para EVs.

Assim, ao avançar o conhecimento na área de logística sustentável, esta pesquisa também atende a uma necessidade prática urgente de modernização das operações logísticas em grandes metrópoles, contribuindo tanto para o setor privado quanto para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à mobilidade sustentável.

**2. Metodologia**

A pesquisa conduzida neste trabalho é de natureza aplicada e descritiva, com o objetivo de otimizar a roteirização de veículos elétricos (EVs) para operações logísticas na região metropolitana de São Paulo. Focando em áreas densamente povoadas, como a Zona Leste, Zona Sul, e a região do ABC Paulista, o estudo busca fornecer uma solução prática para o setor logístico, promovendo a redução de custos operacionais e o impacto ambiental através do uso eficiente de EVs. A pesquisa aplicada tem um caráter prático, diferenciando-se da pesquisa básica por seu enfoque em soluções concretas e diretamente aplicáveis a contextos específicos. Já o caráter descritivo do estudo possibilita uma análise detalhada das variáveis operacionais, como autonomia dos veículos e infraestrutura de recarga disponível, oferecendo um panorama completo dos desafios e potenciais da operação de EVs em centros urbanos.

A metodologia adotada baseia-se em uma abordagem quantitativa, com dados sintéticos fornecidos pela Universidade de São Paulo (USP) e obtidos por meio do Google Dataset Search. Esses dados permitem a simulação de diferentes cenários urbanos e fornecem uma visão abrangente das restrições e variáveis envolvidas na operação de EVs. A etapa inicial de pré-processamento dos dados foi essencial para garantir a consistência e integridade das informações, sendo realizada com o auxílio das bibliotecas Pandas e NumPy em Python. Python é amplamente utilizada em ciência de dados por sua flexibilidade e capacidade de manipular grandes volumes de dados de forma eficiente. Durante o pré-processamento, os dados foram normalizados, valores ausentes foram tratados e formatos padronizados, assegurando que as informações fossem confiáveis para a modelagem subsequente.

O desenvolvimento técnico do modelo seguiu a metodologia Agile, uma abordagem de gerenciamento de projetos focada em ciclos iterativos e incrementais. A metodologia Agile é especialmente adequada para a pesquisa aplicada, pois permite ajustes rápidos e contínuos no modelo a partir dos resultados obtidos em cada fase de desenvolvimento. Em vez de seguir um caminho linear, a abordagem Agile permite refinar o modelo gradualmente, alinhando-o aos objetivos específicos da pesquisa e aumentando a precisão dos resultados. Cada iteração possibilita adaptações conforme novas descobertas ou desafios emergem, contribuindo para uma solução mais robusta e adaptada às necessidades reais do estudo.

O núcleo do modelo desenvolvido foi construído utilizando a programação linear, uma técnica de otimização que busca encontrar a melhor solução possível para um problema, minimizando ou maximizando uma função objetivo dentro de um conjunto de restrições específicas. No caso deste trabalho, a programação linear foi aplicada para otimizar as rotas dos EVs, com o objetivo de minimizar o tempo de percurso e os custos operacionais, levando em consideração a autonomia limitada das baterias e a localização das estações de recarga. A implementação foi realizada com a biblioteca Pyomo de Python, que oferece ferramentas de modelagem matemática e permite definir variáveis e restrições de forma estruturada. A programação linear é amplamente utilizada em problemas logísticos devido à sua capacidade de resolver grandes volumes de dados de forma eficiente, encontrando soluções otimizadas para operações complexas.

O processo de formulação do problema, conhecido como EVRP (Electric Vehicle Routing Problem), foi uma etapa central para a estruturação do modelo de roteirização de EVs. A roteirização, neste contexto, refere-se ao planejamento das rotas de maneira que se minimize o tempo de percurso, custo e consumo de energia, ajustando-se à autonomia limitada dos veículos e à localização das estações de recarga. Essa formulação envolve a tradução de condições reais de operação em variáveis e restrições matemáticas, incorporando aspectos como distâncias percorridas, demanda de entrega e pontos de recarga. O modelo formulado inclui restrições para a autonomia dos veículos e a necessidade de recarga em locais específicos, garantindo que o modelo reflita de maneira realista as operações logísticas urbanas. A formulação do EVRP possibilitou a criação de um modelo detalhado que considera a infraestrutura disponível e as limitações dos EVs, fornecendo uma base sólida para simular e planejar rotas eficientes.

Para resolver o modelo, foram utilizados solvers, que são algoritmos especializados na resolução de problemas de otimização complexos. Solvers como os integrados ao Pyomo aplicam métodos matemáticos avançados para encontrar a melhor rota possível, considerando todas as variáveis e restrições definidas no modelo. Esses solvers permitem testar diferentes configurações e identificar rotas que otimizam a eficiência operacional, mesmo em cenários de alta demanda ou com infraestrutura de recarga limitada.

A fase de avaliação envolveu a aplicação do modelo em múltiplos cenários simulados, com diferentes configurações de localização das estações de recarga e variações na densidade de pedidos durante horários de pico. Esses testes forneceram uma base empírica para verificar a aplicabilidade do modelo, permitindo ajustes e validações contínuas. As métricas de desempenho utilizadas, como tempo total de percurso, custo operacional e consumo de bateria, foram essenciais para avaliar a eficácia das rotas otimizadas e garantir que o modelo atenda aos objetivos de eficiência e sustentabilidade.

Mesmo com os avanços obtidos, o estudo possui limitações relacionadas ao uso de dados sintéticos, que, embora úteis para simulação, podem não capturar todas as complexidades dos dados reais. Além disso, a ausência de monitoramento em tempo real restringe a adaptabilidade do modelo a condições instantâneas. No entanto, os resultados demonstram a aplicabilidade do modelo como base para estratégias logísticas sustentáveis, oferecendo informações detalhadas para a tomada de decisões tanto por empresas quanto por gestores públicos interessados em reduzir emissões e melhorar a eficiência operacional.

A metodologia adotada, que integra Agile, programação linear e uma formulação detalhada do EVRP, oferece uma solução prática e eficaz para a operação de veículos elétricos em ambientes urbanos complexos.

A tabela 1 apresenta a relação dos cursos envolvidos pelas normas deste regulamento, destacando o nome do curso e sua sigla.

**Tabela 1. Nome e sigla dos cursos**

| **Nome do Curso** | **Sigla do Curso** |
| --- | --- |
| Análise e Desenvolvimento de Sistemas | ADS |
| Ciências da Computação | CCOMP |
| Ciência de Dados – Data Science | CDADOS |
| Design de Games | DGAMES |
| Gestão da Tecnologia da Informação | GTI |
| Jogos Digitais | JDIG |
| Redes de Computadores | RDES |
| Sistemas de Informação | SIS |

Os elementos que compõe o PI devem ser entregues de acordo com as especificidades de cada curso e semestre, conforme apresentado na tabela 2, com destaque para o artigo científico e o tipo de apresentação solicitada durante o CATI-FAM.

**Tabela 2. Estrutura do Trabalho Escrito e Formato de Apresentação**

|  | **Semestre** |  |  | **Curso** |  | **Escrito** |  | **Apresentação** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1º e 2º | |  | ADS, CCOMP, SIS |  | Artigo SN |  | *Banner* impresso e exposição oral |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  | 1º e 2º | |  | DGAMES |  | Artigo SN e Protótipo Analógico |  | *Banner* impresso, exposição oral e apresentação do Jogo |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 3º ao 7º | |  | ADS, CCOMP,  CDADOS, GTI, DGAMES, JDIG, RDES, SIS |  | Artigo SP |  | *Banner* impresso e exposição oral |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 8º | |  |  | CCOMP, CDADOS, DGAMES, SIS |  | Artigo FP |  | Banca, exposição oral com slides |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

O artigo SN deve ter, no mínimo, uma página completa de texto (somente texto) e no máximo duas páginas completas com textos, figuras, quadros e tabelas.

O artigo SP deve conter, no mínimo, três páginas completas de texto (somente texto) e no máximo seis páginas completas com textos, figuras, quadros e tabelas.

O *banner* deve conter a distribuição de um resumo dos principais textos e figuras que se encontram nos artigos do tipo SN e SP, apresentando-os como em um infográfico. O tamanho do *banner* é 90 cm x 120 cm. O *banner* deve conter também o QR-Code para que o resultado do projeto ou a documentação possa ser acessado durante o congresso. As figuras 1 e 2 apresentam de forma ilustrativa os modelos dos *banners* de artigos do tipo SN e SP. O *banner* deve omitir os dados do professor-orientador (titulação e nome).

O artigo FP deve conter, no mínimo, dez páginas completas de texto (somente texto) e no máximo dezesseis páginas completas com textos, figuras, quadros e tabelas.

**3. Formação dos Grupos de Trabalho**

Os grupos de trabalho devem ser compostos por, no mínimo quatro e no máximo sete estudantes. Caso não seja possível completar um grupo com estas especificações, os estudantes excedentes devem ser redistribuídos nos grupos já formados. Em turmas pequenas, poderão ser aceitos grupos de estudantes menor, considerando a proporcionalidade da turma.

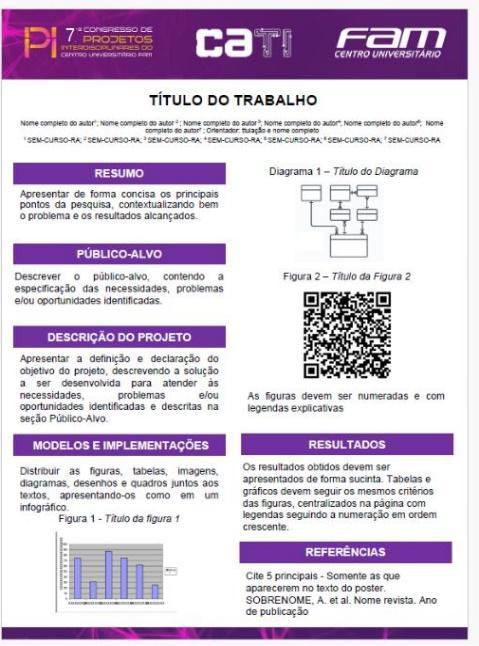
Cada grupo de trabalho deverá preencher o formulário de Formação de Grupos, disponibilizado no Anexo 1 deste documento, informando o tema do trabalho, o professor-orientador e os integrantes do grupo. Este formulário deve ser impresso em duas cópias: uma deve ser entregue ao orientador e a outra deve ficar com o líder do grupo, estando assinada pelo orientador, comprovando que ele avaliza a atual formação do grupo.

Mudanças nas formações dos grupos de trabalho só podem acontecer até a data limite estabelecida no cronograma semestral do PI; a partir dessa data, o estudante não poderá trocar de grupo de trabalho.

Caso algum integrante não contribua para a elaboração do projeto do seu grupo de trabalho, sendo sua não-participação comprovada e a apontada pela maioria dos membros do grupo de PI, o professor-orientador pode retirar esta pessoa do grupo, atribuindo-lhe nota zero na sua avaliação.

Conflitos internos ao grupo de trabalho, como incompatibilidades, divergências de pensamento ou execução de atividades, devem ter tratativas internas, para que os próprios integrantes concebam as soluções. Em casos extremos, o professor-orientador pode ser procurado para servir de intermediador entre as partes beligerantes.

**Figura 1. Modelo do *banner* de artigos do tipo SN**



**Figura 2. Modelo do *banner* de artigos do tipo SP**



**4. Orientação do PI**

Os grupos de trabalho de PI de cada turma devem ser distribuídos entre todos os professores das disciplinas presenciais do referido semestre. Por exemplo, caso a turma tenha nove grupos de PI e três professores de disciplinas presenciais, sugere-se que cada professor oriente três grupos de PI desta turma. Cada professor-orientador poderá orientar, por turma, no máximo quatro grupos. O papel do professor-orientador é nortear o processo de desenvolvimento do PI de acordo com este regulamento, envolvendo os estudantes e estimulando-os à realização de cada tarefa, dentro dos prazos, metas e critérios estabelecidos por ele e informados aos membros do grupo que orienta. Além disso, cabe ao professor-orientador avaliar o artigo desenvolvido pelos estudantes, atribuindo nota de 0,0 a 0,95 ponto. Ao atribuir nota igual ou superior a 0,75, o professor-orientador está aprovando e indicando o artigo para a publicação na Revista Interação. As planilhas de avaliações dos artigos SN, SP e FP que o professor-orientador seguirá para a avaliação e atribuição de nota ao PI se encontram no Anexo 2 deste documento.

O professor-orientador realizará as orientações de seus grupos de trabalho de PI durante os dez primeiros minutos de sua aula presencial ministrada para a turma. Na primeira reunião que o professor-orientador realizar, os alunos devem trazer o artigo escrito no semestre anterior (em caso do projeto orientado ser uma continuação de projeto já iniciado em semestres anteriores, os alunos devem trazer todos os artigos de PI escritos que falem a respeito do desenvolvimento deste projeto). Em cada uma das reuniões seguintes, quando discutido o artigo científico, o grupo de PI deverá trazer para a reunião com o professor-orientador uma cópia impressa de seu artigo atual, para que as anotações de orientação sejam feitas neste documento.

O registro de cada orientação deverá ser anotado no formulário de Formação do Grupo de Trabalho (Anexo 1), contendo a data da orientação e um breve comentário – aconselha-se que o grupo do P.I. também registre os encontros também em seus formulários de Formação de Grupo de Trabalho. As reuniões e orientações de PI serão realizadas somente no modo presencial, conforme dia e horário supracitado. Caso o grupo não enderece as mudanças solicitadas pelo professor-orientador, deve-se registrar tal situação e então postergar as solicitações/mudanças solicitadas para um próximo encontro.

**5. Entregas das Tarefas**

Os grupos de trabalho entregarão as tarefas de acordo com o planejamento estabelecido pelo professor-orientador. A título de recomendação, seguem os cronogramas de entregas das atividades, para artigos do tipo SN (Tabela 3) e artigos do tipo SP e FP (Tabela 4):

**I. Artigos SN**

**Tabela 3. Cronograma recomendado para as entregas das atividades de artigos do tipo SN**

|  | **Datas limite** |  |  | **Ações** |  | **Destino** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 01/08 a 15/08 |  |  | Formação dos grupos de estudantes para o PI |  | professor-orientador |
|  | 16/08 a 26/08 |  |  | Título e Autores |  | professor-orientador |
|  | 27/08 a 02/09 |  |  | Público-Alvo |  | professor-orientador |
|  | 03/09 a 09/09 |  |  | Descrição do Projeto, contendo a Definição e a declaração do objetivo |  | professor-orientador |
|  | 10/09 a 16/09 |  |  | Modelo do Banco de Dados |  | professor-orientador |
|  | 17/09 a 22/09 |  |  | Referências |  | professor-orientador |
|  | 23/09 a 03/10 |  |  | Resumo |  | professor-orientador |
|  | 04/10 a 03/11 |  |  | Entrega Final do Artigo |  | Canvas VII CATI-FAM |
|  | 04/11 a 10/11 |  |  | Entrega Final do *Banner* |  | Canvas VII CATI-FAM |
|  | 11/11 a 18/11 |  |  | VII CATI-FAM |  | CATI-FAM |

**II. Artigos SP e FP**

**Tabela 4. Cronograma recomendado para as entregas das atividades de artigos do tipo SP e FP**

|  | **Datas limite** |  |  | **Ações** |  | **Destino** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 01/08 a 15/08 |  |  | Formação dos grupos de estudantes para o PI |  | professor-orientador |
|  | 16/08 a 26/08 |  |  | Título e Autores |  | professor-orientador |
|  | 27/08 a 02/09 |  |  | Introdução |  | professor-orientador |
|  | 03/09 a 09/09 |  |  | Metodologia |  | professor-orientador |
|  | 10/09 a 16/09 |  |  | Desenvolvimento do Projeto |  | professor-orientador |
|  | 17/09 a 22/09 |  |  | Considerações Finais e Referências |  | professor-orientador |
|  | 23/09 a 03/10 |  |  | Resumo e Palavras-chave |  | professor-orientador |
|  | 04/10 a 03/11 |  |  | Entrega Final do Artigo |  | Canvas VII CATI-FAM |
|  | 04/11 a 10/11 |  |  | Entrega Final do *Banner* ou da Apresentação do PI |  | Canvas VII CATI-FAM |
|  | 11/11 a 18/11 |  |  | VII CATI-FAM |  | CATI-FAM |

**6. Estrutura do trabalho**

O desenvolvimento do artigo deve seguir as normas *Vancouver* de formatação. Alguns elementos textuais são obrigatórios em um artigo.

**Título**: Deve sintetizar em uma única frase, de modo objetivo, a proposta do trabalho. O título deve refletir o conteúdo do trabalho e despertar o interesse do leitor, transmitindo corretamente o sentido dos assuntos abordados no artigo, ou seja, sem despertar falsas expectativas ao leitor. O título deve ser colocado no topo da primeira página do trabalho, logo abaixo da logomarca da instituição. Caso haja a necessidade, pode-se usar subtítulo; neste caso, deve-se separar título e subtítulo usando o sinal de dois-pontos (:).

**Autores:** Os nomes dos autores devem ser inseridos abaixo do título do trabalho, precedidos por números sequenciais de referência. Deve listar o nome completo de cada autor. A titulação e o nome completo do professor-orientador deve ser inserido após o último nome do autor, após a palavra "Orientador (a):" O nome do professor-orientador, não apresenta número de referência sequencial (lembre-se que o nome do orientador deve ser suprimido no *banner* do CATI-FAM). Os Registros Acadêmicos dos autores devem ser inseridos logo após os nomes dos autores e devem ser correspondentes aos seus respectivos números sequenciais de referência. Antecedendo ao número de RA, deve-se inserir o semestre e sigla do curso (ver tabela 1), conforme apresentado na figura 3.

**Figura 3. Modelo para Lista dos Autores**



**Resumo:** É um elemento importante que deve ser escrito após o término do artigo. O texto do resumo deve ser uma sequência de frases concisas e afirmativas, usando verbos na voz ativa, na terceira pessoa do singular (*ele*, no caso o artigo/a pesquisa), ou seja, não pode ter palavras do tipo "pesquisamos", "fizemos", "analisei", etc. É apresentado após o título e antes da introdução e deve ser escrito em português contendo no máximo 300 palavras e apresentar abaixo o item Palavras-Chave em negrito.

**Palavras-chave:** Servem para indexar o artigo. Devem ser separadas entre si com o sinal de ponto-e-vírgula (;) e após a última palavra-chave deve-se inserir o ponto-final (.).

**Introdução:** Corresponde à parte inicial do texto, onde deve constar a delimitação do assunto tratado de forma breve e objetiva, incluindo a contextualização de proposta e as exigências do cliente, bem como apresentar a relevância do estudo, objetivo e justificativa. No caso de artigo SN, a Introdução deve descrever o Público-Alvo, especificando o grupo específico de pessoas interessadas no resultado do projeto e qual é a sua demanda. O texto da Introdução também deve ser redigido usando verbos na voz ativa e na terceira pessoa do singular (*ele*, no caso o artigo/a pesquisa). Os itens Objetivo Geral e Objetivos Específicos não necessitam de uma seção específica para cada um, sendo possível incluir estes itens no corpo do item Introdução.

**Material e métodos (ou Metodologia):** Apresenta a metodologia proposta e itens, insumos e elementos necessários para a construção do projeto. Ordena quais itens, funções e tarefas são necessários executar para conseguir realizar o projeto sem se prender as datas e os executores específicos.

**Desenvolvimento:** Apresenta um breve levantamento bibliográfico, desenvolvendo o corpo do trabalho, onde se analisa a ideia principal, destacando, formulando e discutindo hipóteses. É neste elemento textual que são apresentados os diagramas, imagens, levantamentos e interfaces previstos para o projeto. No desenvolvimento, deve-se apresentar o processo de desenvolvimento passo-a-passo, incluindo testes, *feedbacks* do cliente, mudanças e mesmo falhas que possam ter ocorrido durante o processo – elementos importantes na documentação e na adequada verificação da qualidade do produto.

**Considerações finais:** Deve rever os pontos mais importantes do trabalho, apresentar a avaliação final do cliente a respeito da proposta, bem como a avaliação do grupo a respeito da proposta inicial e do resultado atingido. Além disso, é importante propor novos desenvolvimentos e propostas de melhoria para a atual versão do projeto. Se for pertinente, podem ser sugeridas nas considerações finais pesquisas futuras, abrindo caminho para outros pesquisadores explorarem o assunto, dando continuidade à pesquisa concluída.

**Referências:** Deve apresentar a ordem das citações de modo que permita ao leitor encontrar o documento que foi citado na produção do trabalho. O mínimo de referências exigido são três obras bibliográficas.

**7. Formatação**

O artigo deverá ser escrito em papel branco, formato A4 (21 cm a 29,7cm) com uma coluna. Deve ser escrito utilizando somente a fonte Arial, todo o texto deve ser escrito com a cor preta. Para o texto do artigo será utilizado tamanho 10, os títulos deverão estar em caracteres maiúsculos, em negrito e no tamanho 12, os subtítulos escritos em minúsculo e negrito, também no tamanho 12 e para legenda, fonte das ilustrações e das tabelas deve-se usar o tamanho 8. O artigo não deve conter numeração de páginas.

Não serão aceitas citações diretas no PI, ou seja, as citações que são menções de uma informação extraída de outra fonte documental. É crucial a utilização de citações indiretas, é quando se utiliza parte de uma obra e cria-se um texto embasado no autor consultado, neste caso dispensa uso de aspas duplas.

O artigo deve apresentar a pesquisa teórica realizada de maneira resumida, devidamente elaborada de acordo com o modelo de artigos científicos descrito neste documento, contendo a descrição de todo o processo planejado e realizado.

O projeto deve apresentar o desenvolvimento de um produto compatível ao curso e semestre em que os estudantes estão matriculados. Independentemente do tema, o projeto deverá desenvolver um produto com aplicabilidade no mercado de Pequenas e Médias Empresas, que demonstre a aplicação das técnicas de todas as disciplinas lecionadas e estudadas até o semestre vigente. O grupo deverá obter o aceite de uso de nome e imagem da empresa por meio de formulário específico para esta finalidade, disponibilizado no Anexo 3. Para documentar a visita à empresa, o grupo deverá utilizar o formulário que se encontra no Anexo 4. Este documento poderá ser utilizado como comprovação e validação de Projeto de Extensão.

A margem do artigo deve ser esquerda, superior, direita e inferior de 1,5 cm. O alinhamento do texto deve ser justificado. Alinhamento de título deve ser centralizado. Os subtítulos, tais como: Introdução, Desenvolvimento, Materiais e Métodos (ou Metodologia), Considerações Finais e Referências, deverão apresentar a indicação numérica e ser alinhado à esquerda.

O espaçamento entrelinhas do texto deverá ser 1,0 ou espaçamento simples. As referências devem ser separadas entre si por um espaço simples em branco.

As tabelas, figuras, diagramas, imagens, quadros e desenhos devem ater citações no texto, inseridas o mais próximo possível do trecho a que se referem. Devem ser colocadas preferencialmente na mesma página para facilitar a leitura dos dados.

As identificações destes elementos devem aparecer seguidas do seu número de ordem de ocorrência no texto em algarismos arábicos, ponto e título, seguidos da referência de onde foi retirado, adaptado, conforme se pode observar nas tabelas e figuras apresentadas neste documento, que podem servir de exemplos. No caso de ser o autor da figura/tabela, não é necessária a indicação de fonte, outros exemplos são abordados nos anexos.

A seção Referências deve seguir as normas de *Vancouver* [1] [2] para referências bibliográficas. No texto do artigo apenas o número [n] da referência deve constar entre colchetes, vide exemplos nos anexos.

Palavras de origem estrangeira devem ser destacadas em itálico. Artigo entregue fora de formatação terá desconto de 0,30 ponto.

**8. Apresentação em Congresso Acadêmico**

O PI deverá ser apresentado no CATI-FAM. O CATI-FAM será realizado entre os dias 11 e 14 de novembro de 2024. Os Grupos de Trabalho que forem apresentar o PI no CATI-FAM devem estar presentes de 10 (dez) a 20 (vinte) minutos antes do início das apresentações. As apresentações dos *banners* serão feitas no local definido pela organização do congresso a ser anunciado em momento oportuno. O CATI-FAM poderá ocorrer em qualquer um dos Campi da FAM, conforme organização interna, independentemente do Campus ao qual o estudante estiver vinculado.

As apresentações dos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) às bancas examinadoras de professores serão feitas em salas de aula, anunciadas aos alunos em data oportuna. A ordem de apresentação irá obedecer a uma lista divulgada pela organização do evento. Cada grupo de trabalho terá de 10 a 15 minutos para apresentar seu trabalho, com os auxílios multimídia (protótipo, PowerPoint, aplicativos mobile) que acharem necessários, sendo de responsabilidade dos alunos a preparação de tais elementos. Após a apresentação e os comentários dos professores avaliadores, os estudantes terão 5 minutos para esclarecer quaisquer dúvidas.

Todos os estudantes devem estar presentes às apresentações do CATI-FAM. O estudante ausente sem justificativa e comprovante perderá a nota de apresentação atribuída ao seu grupo de trabalho. A não apresentação no CATI-FAM implicará em nota de apresentação igual a 0,0.

Será atribuída nota 0,0 ao trabalho no qual, a qualquer momento, for constatado por seu professor-orientador e avaliadores, plágio, cópia e/ou terceirização integral ou parcial, incluindo geradores automáticos de conteúdo com uso de Inteligência Artificial, em qualquer uma das partes do trabalho.

**9. Considerações Finais**

Este regulamento apresentou e normatizou de maneira breve a orientação de desenvolvimento do PI dos Cursos de TI da FAM, deixando claros os pontos cruciais do desenvolvimento, entregas, datas, prazos e critérios avaliativos, bem como desenvolveu e disponibilizou em anexos, material de consulta complementar a este regulamento, no intuito de esclarecer eventuais dúvidas inerentes às formatações das normas de *Vancouver*, plágio, dentre outros.

Os casos omissos nesse regulamento deverão ser resolvidos, em primeira instância, pelo Professor-Orientador e pela Coordenação dos Cursos de TI, ouvindo os professores membros do Núcleo Docente Estruturante (NDE).

**10. Referências**

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press; 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/. Acesso em: 13 out. 2024.

[2] International Energy Agency. Global EV Outlook 2024. IEA, Paris. Disponível em: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024. Acesso em: 13 out. 2024.

[3] Association of Electric Mobility. Electric Vehicle Success Stories in Urban Logistics. 2023. Disponível em: https://www.aem.org/electric-mobility-logistics. Acesso em: 13 out. 2024.

[4] ACEA - European Automobile Manufacturers' Association. World New Motor Vehicle Registrations in 2023. Disponível em: https://www.acea.auto. Acesso em: 13 out. 2024.

[5] Dinh T, Huynh V. Electric Vehicles in Logistics: A Comparative Study of Germany and Norway. Journal of Sustainable Transportation. 2021;9(2):112-25.

[6] Santos RF, Silva GL, Pereira DA. Electric Vehicle Routing Optimization: A Case Study in Urban Logistics. Journal of Green Transport. 2021;5(1):85-99.

[7] Association of Electric Mobility. Impact of Electric Vehicles on Urban Logistics Costs and Emissions. Disponível em: https://www.aem.org/ev-impact-logistics. Acesso em: 13 out. 2024.

[8] Ministério dos Transportes. Frota de Veículos - 2024. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2024. Acesso em: 13 out. 2024.

[9] Corrêa LA, Pereira MO. Desafios da Infraestrutura de Recarga para Veículos Elétricos no Brasil: Estudo de Caso de São Paulo. Revista de Mobilidade Sustentável. 2023;7(3):45-58.

[10] Luo Y, Wang P, Zhang M. Optimizing Electric Vehicle Routing: Challenges and Opportunities. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2020;120:102-15.

[11] Nagy G, Salhi S. Vehicle Routing Problem: Innovations and Challenges in Electric Vehicle Applications. Journal of Transportation Systems. 2022;10(4):235-49.

**Anexo 1: Formulário de Formação de Grupo**

| **Formação de Grupo de PI** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Título:** | | | |
| **Integrantes (para cada integrante, informar Nome, RA, Sigla, Semestre e Período do Curso):** | | | |
| **Orientador (a):** | | **Aceite Orientador (a)** | **Data do Aceite** |
| **Data do Encontro:** | **Observação:** | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |

**Anexo 2: Planilhas de Avaliações dos Artigos**

| Figura 4. Planilha de Avaliação de Artigos SN | Figura 5. Planilha de Avaliação de Artigos SP e FP |
| --- | --- |
|  |  |

**Anexo 3: Formulário de Autorização do Uso de Nome e Imagem**

Este formulário dever ser preenchido pela pessoa ou pessoas que participem como cliente do projeto desenvolvido para o PI do semestre. O preenchimento de tal formulário garante que o grupo de PI tenha a devida autorização para citar os clientes e seus dados durante o projeto, comprovando assim a exigência extensionista do PI.

| **Autorização do Uso de Nome e Imagem da Empresa** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nome da Empresa:** | | | **CNPJ da Empresa:** | |
| **Representante da Empresa / Cliente Pessoa Física** | | | | |
| **Nome:** | **CPF:** | | | **Cargo ou Função:** |
| **Finalidade do Uso de Nome e Imagem da Empresa** | | | | |
|  | | | | |
| **Formalização da Autorização do Uso de Nome e Imagem da Empresa** | | | | |
| **Assinatura do Representante da Empresa** | | **Data da Autorização** | | |

**Anexo 4: Relatório com a Sociedade do Entorno**

Este formulário deve ser preenchido a cada reunião com o cliente ou seus representantes, a fim de comprovar para o professor-orientador a realização das atividades, bem como comprovar as reuniões realizadas como atividade extensionista, etapa necessária para a aquisição do diploma universitário.

| **Registro de Visita à Empresa** | | |
| --- | --- | --- |
| **Nome da Empresa:** | **CNPJ da Empresa:** | **Data e duração da Visita:** |
| **Nomes dos Participantes** | | |
|  | | |
| **Foto da Visita** | | |
|  | | |
| **Relatório** | | |
|  | | |

**Anexo 5: Normas *Vancouver***

Normalmente as produções acadêmicas seguem o conjunto de padrões de formatação das normas ABNT, mas existem outras formas de padronização de trabalhos, como por exemplo, as normas de *Vancouver* [1] [2]*,* que será abordada. A padronização de produções acadêmicas e científica torna-se fundamental para facilitar a publicação e a pesquisa de temas, propiciando a troca de conhecimento entre a comunidade acadêmica. Os padrões de formatação sevem como guias de orientação para a produção acadêmica e científica, facilitando a divulgação dos trabalhos, bem como, aumentando a aceitação e o valor da referida produção como fonte de pesquisa.

O nome *Vancouver*, veio de uma reunião que aconteceu na cidade de *Vancouver*, no Canadá no ano de 1978, que estabelece um conjunto de regras sobre como se deve fazer uso de citações e referências bibliográficas nas produções acadêmicas e científicas. É importante ressaltar que, a norma de *Vancouver* tem seu foco basicamente no que diz respeito às citações e referências, não estabelecendo regras sobre itens como folha de rosto, capa e notas de rodapé. A diferença principal entre os dois estilos é que no estilo *Vancouver* utiliza-se o sistema numérico para a apresentação das referências bibliográficas, diferentemente do sistema autor-data, normalmente utilizado por trabalhos que adotam as normas ABNT de formatação. No sistema numérico, as referências bibliográficas devem ser listadas de acordo com a ordem em que aparecem no texto e identificadas por números arábicos entre colchetes [*n*]. O estilo *Vancouver* não faz referência a qualquer tipo de destaque gráfico, como negrito, sublinhado ou itálico, na apresentação das referências.

**Citações**

Os trabalhos acadêmicos necessitam ter um referencial teórico, para validar o ponto de vista abordado, o referencial teórico tem o objetivo de dar credibilidade ao trabalho através das referências citadas no trabalho, bem como, validar ou não determinada teoria desenvolvida no trabalho. Para desenvolver o tema, é necessário consultar o que dizem os estudiosos sobre o tema a ser desenvolvido, buscar fontes confiáveis e entender sobre o assunto. Então, produzir o referencial teórico, nada mais é que buscar autores que tratam sobre o tema do trabalho, estudar esses autores e fazer as devidas citações sobre o que dizem esses autores em seu documento e claro fazer as devidas indicações bibliográficas, essas citações (utilização das informações em seu trabalho) podem ser feitas de duas maneiras, diretas ou indiretas. Para o artigo científico do CATI-FAM **não são permitidas citações diretas, apenas o uso de citações indiretas**.

A citação indireta acontece quando se faz uma paráfrase do texto de origem, ou seja, quando reescrevemos o texto com outras palavras, porém mantendo o sentido. Deve-se citar o o autor do texto seguindo a norma *Vancouver*.

**Anexo 6: Ocorrência de Plágio**

Segundo a legislação brasileira o **PLÁGIO É CRIME** de violação dos direitos autorais, previsto no artigo 184 do Código Penal, passível de punição, que pode ser desde multa até a reclusão de quatro anos, observando-se o contexto, a abrangência e como o direito autoral foi violado.

No âmbito do curso, as sanções administrativas podem incorrer até a penalidade de Reprovação no componente curricular. Para que não seja configurado plágio nos trabalhos acadêmicos, é necessário incluir citação no corpo do texto, e referências, seguindo as normas oficiais de trabalhos acadêmicos como *Vancouver*, que regulam as formas de citações e formatações de produções científico-acadêmicas.

O plágio acadêmico se configura quando alguém cópia parcial ou integralmente, seja de livros, artigos ou da Internet, ideias, conceitos ou frases de outro autor (que as formulou e as publicou), sem lhe dar o devido crédito, sem citá-lo como fonte de pesquisa.

**ATENÇÃO**: Em caso de plágio, o trabalho será anulado e o grupo terá zero como nota de PI.

**Principais Tipos de Plágio no Ambiente Acadêmico:**

**Plágio direto:** cópia do texto original, sem a devida referência ao autor, deixando de indicar que é uma citação.

**Plágio indireto:** reescrever com as próprias palavras as ideias originais de um texto, sem fazer a devida indicação da fonte.

**Plágio de fontes:** utilizar as fontes de um autor que foi consultado para a produção de uma obra, como se tivessem sido consultadas diretamente.

**Autoplágio:** reapresentar ao todo ou em parte um trabalho de autoria própria, como se fosse original.

**Plágio por Inteligência Artificial**: utilizar ferramentas e/ou mecanismos de Inteligência Artificial para produzir e usar textos gerados automaticamente por esses recursos, sem fazer a devida indicação da fonte e/ou utilização dessas soluções.