

RELATÓRIO TÉCNICO

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS APLICADA À TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA ADAPTATIVAS

Carlos Henrique Domiciano
Luis Fernando de Almeida




1 | Introdução

A procura por conforto no trânsito, associado a possibilidade de veículos com custo mais acessível, tem motivado a busca por carros com transmissão automática. No início as propostas empregadas na transmissão automática tinham inúmeras limitações de comando, influenciando o consumo de combustível e as emissões que são diretamente ligadas à tecnologia dos veículos.

Ao longo dos anos houve um amplo avanço na evolução dos sistemas de transmissão, que ocorreu de forma conjunta com o emprego de algoritmos mais complexos na unidade de controle da transmissão, na evolução do hardware e no progresso dos materiais utilizados nas engrenagens e dos engrenamentos. Na década de 2000 os fabricantes começaram a adotar as transmissões “inteligentes”, que usavam algoritmos mais complexos na central eletrônica para melhorar dirigibilidade, consumo e desempenho (FHB PERFORMANCE, 2023), e o justo motivo para a constante evolução está na moderação do consumo de energia.

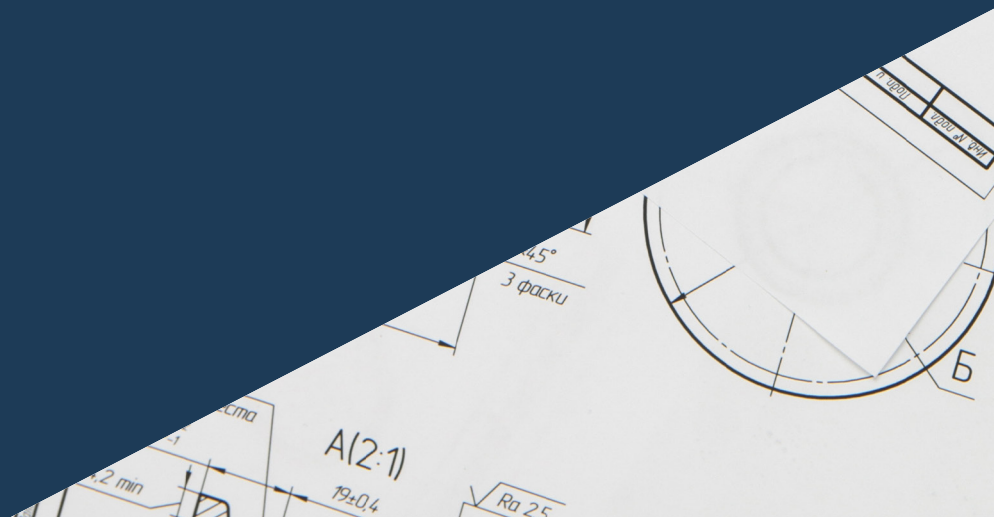
O avanço da Tecnologia da Informação (TI), definida como um conjunto de atividades e soluções processado por recursos computacionais (PUCRS Online, 2023), permitiu tratar as informações adquiridas pela Unidade de Controle do Motor (ECU) e classifica – lá, para auxiliar na adaptação dos sistemas de controle. Os assim chamados “sistemas inteligentes” são aqueles que fornecem respostas que solucionam problemas, tais respostas apropriadas às situações específicas deste problema (SIMÕES et al., 2007).



Com o propósito de otimizar as mudanças de velocidades, proporcionando uma condução mais tranquila, adequadas a vontade do motorista e as condições da estrada, é possível aplicar uma *Rede Neural Artificial* (RNA), que é um processador paralelo distribuído de forma massiva que possui a capacidade natural de armazenar conhecimento por experiência adquirida e torna—lá disponível ao uso (CAMPOS et al., 2004), um tipo de processamento de *Aprendizado de Máquina* (AM), com seu prévio “treinamento” para condução em decidas, estradas planas e subidas, aplicando estratégias de controle de mudanças adaptáveis. Os padrões fixos passaram a ser substituídos por padrões que entende a vontade do motorista e o perfil de estrada, além da carga aplicada ao veículo.

1.1 | Objetivo geral

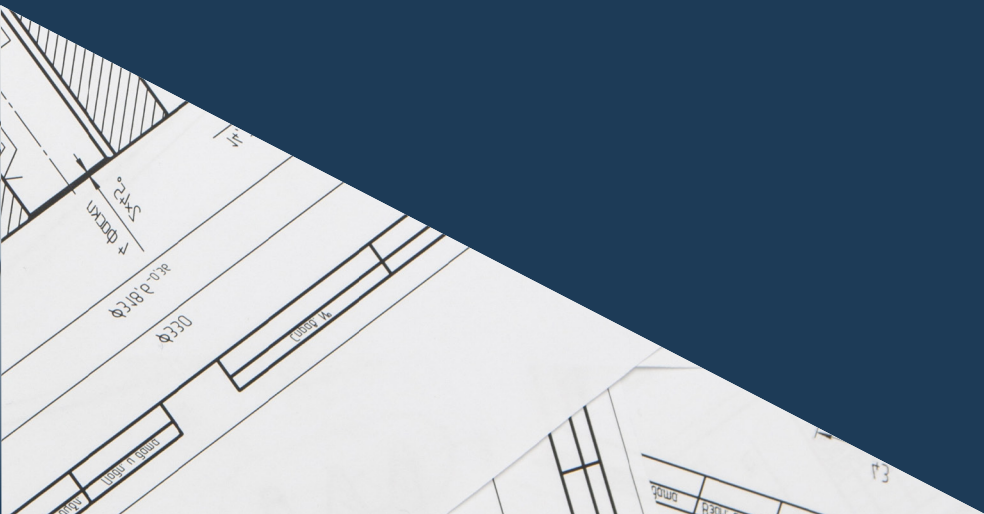
Este trabalho propõe um estudo sobre a utilização do sistema de transmissão automática, gerando economia de combustível e melhorando a dirigibilidade do veículo. Isso pode acontecer por meio da adaptação dos pontos de passagem das velocidades do módulo eletrônico de controle da transmissão em função da vontade do condutor, do estilo de condução, do perfil da estrada, da carga do veículo e das reações repentinas do condutor, por meio da aplicação de uma RNA do tipo *Multilayer Perceptron* (MLP), que podem efetuar a classificação do melhor método de controle da caixa de transmissão automática.



2 | Método

A pesquisa foi realizada em um trajeto que contém trechos de rodovias e trechos urbanos, entre as cidades de Barra Mansa e Volta Redonda no estado do RJ. Devido a características de relevo dessas cidades, os dados colhidos entregam condições de condução em trechos planos e trechos de aclive e declives, atendendo dessa forma os requisitos necessários para determinação do modo de direção e da carga aplicada ao veículo. A distância total compreende cerca de 22Km de distância percorrida, o trecho urbano possui 6Km de extensão, enquanto o trecho de rodovia possui 16Km. Foi utilizado um automóvel Honda Fit, modelo 2014 com motor 1.5, flex.

A aquisição de dados para o treinamento da rede foi realizada em três etapas distintas. Cada etapa representa um comportamento diferente do condutor, que identifica o modo da condução econômico, normal e esportivo. A carga aplicada ao veículo é definida pelos aclives e declives encontrados ao longo do trajeto realizado pelo veículo. A base de dados definitiva para treinamento e teste, possui um total de 2.475 instâncias. As instâncias apresentadas são resultantes das aquisições de dados realizado pelo aplicativo Torque junto a *Eletronic Control Unit* (ECU), via *scanner bluetooth*, a cada 2 segundos.



3 | Resultados e Discussões

A avaliação dos resultados para a validação, foi realizada por meio da matriz de confusão que permite determinar o desempenho do modelo criado e tornando-o prático, representando o quanto aprendeu, avaliação importante para determinar o quanto o modelo encontrado é vantajoso. Os modelos para a otimização do sistema de transmissão automática foram efetuados considerando três etapas: treinamento, teste I e teste II, conforme Tabela 1. Os resultados foram avaliados em função dos parâmetros de desempenho, com destaque para acurácia ao final de cada processo.

Verificou-se uma preocupação em assegurar a quantidade de dados apropriados as etapas de treino e teste I com o objetivo de criar um modelo de classificador amplo, impedindo o início do *Underfitting* e principalmente do *Overfitting*, que pode ocorrer com mais frequência durante o AM. O conjunto de dados completos aplicado ao Teste II, demonstra que a porção de dados dentro do trajeto em rodovia é maior que a do trajeto em perímetro urbano, uma vez que não houve a mesma preocupação em determinar a quantidade de dados aplicados ao modelo criado, sendo que essa ação é ratificada pelo desvio padrão e o grau de variação dos dados aplicados ao teste II.

Tabela 1 | Dados de treino e teste.

Dados Obtidos	Trajeto		Média	Métricas	
	Urbano	Rodovia		Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Treino	1457	1422	1440	25	2
Teste I	280	260	270	14	5
Teste II	955	415	685	382	56



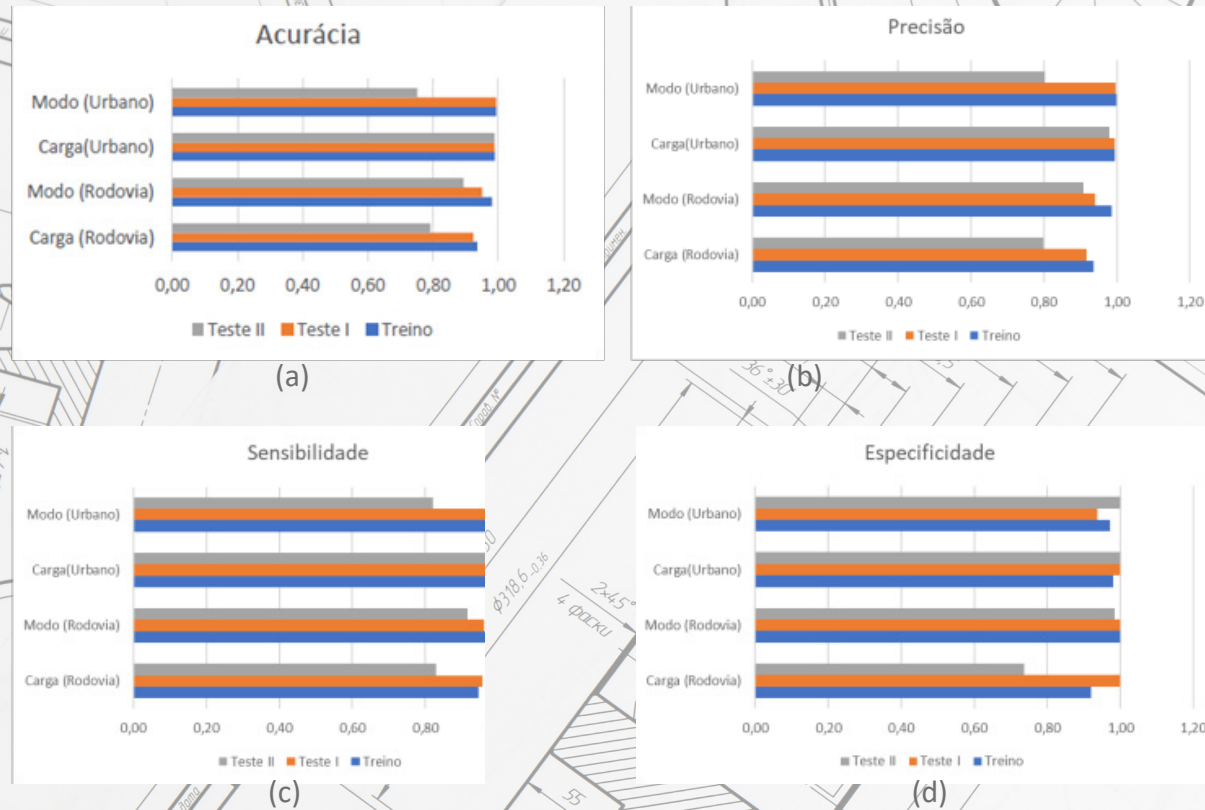
Os modelos analisam todos os atributos, fornecendo simultaneamente a classificação do modo de condução e da carga em cada proporção de aprendizado. Contou-se com a matriz de confusão para avaliar os resultados previstos pelos modelos aplicados conforme a Figura 1.

Figura 1 | Matriz de confusão para treino e testes.

	Treino	Teste I	Teste II
Carga (Rodovia)	Confusion Matrix: [[229 12 2] [9 258 8] [1 11 137]] Accuracy: 0.9355322338830585	Confusion Matrix: [[29 2 0] [2 30 2] [0 0 14]] Accuracy: 0.9240506329113924	Confusion Matrix: [[48 10 1] [4 50 7] [5 9 39]] Accuracy: 0.791907514450867
Modo (Rodovia)	Confusion Matrix: [[327 3 0] [12 278 0] [0 0 170]] Accuracy: 0.9810126582278481	Confusion Matrix: [[51 4 0] [1 21 0] [0 0 24]] Accuracy: 0.9504950495049505	Confusion Matrix: [[283 33 0] [44 287 4] [0 2 129]] Accuracy: 0.8938618925831202
Carga(Urbano)	Confusion Matrix: [[161 4 0] [0 298 0] [0 2 103]] Accuracy: 0.9894366197183099	Confusion Matrix: [[17 1 0] [0 57 0] [0 0 11]] Accuracy: 0.9883720930232558	Confusion Matrix: [[15 0 0] [1 58 0] [0 0 10]] Accuracy: 0.9880952380952381
Modo (Urbano)	Confusion Matrix: [[421 0 0] [1 365 0] [2 0 67]] Accuracy: 0.9964953271028038	Confusion Matrix: [[82 0 0] [0 76 0] [1 0 15]] Accuracy: 0.9942528735632183	Confusion Matrix: [[126 27 1] [51 92 1] [0 0 24]] Accuracy: 0.7515527950310559

A partir da matriz de confusão completa, após a realização do treinamento e testes, apura-se o status do modelo através das avaliações de desempenho que forma uma medida mensurável, essa ação específica permite representar a dimensão do que ir-se-á conduzir, para entender o que está válido no trabalho e permite identificar o que está impreciso. A Figura 2 apresenta as métricas usadas para avaliação dos resultados: acurácia, precisão, sensibilidade e especificidade.

Figura 2 Métricas de avaliação da MLP.



Há espaço para explorar mais a discussão dos resultados da Tabela 1 e Figuras 1 e 2, as quais foram somente apresentadas, sem discussão dos seus resultados.

A verificação das acurácias e dos parâmetros de desempenho para o algoritmo escolhido, é mostrada nas Figura 2. Os parâmetros de desempenho são mais elevados no treinamento e no teste I da MLP. Quando executamos o modelo, após a aplicação de uma nova aquisição de dados, no teste II, apuramos que os valores apresentados pelo algoritmo MLP se expressam como bons resultados, mostrando um bom rendimento da RNA, destacando-se pela capacidade de generalização.

4 | Considerações finais e Conclusão

Este trabalho propôs aplicar as RNA para a resolução de problemas concretos, idealizando e aplicando exímios classificadores, usados para prever o desejo do motorista e as condições de direção apresentadas pelas estradas, para promover uma alteração dos padrões de mudança de marcha, tornando esses padrões adaptáveis a cada condição diferente enfrentada pelo veículo. Os parâmetros de desempenho apresentados mostram que os resultados são promissores. As métricas aplicadas ao modelo de classificação utilizadas exibem uma média geral acima de 80%, os desvios padrão médio apresentado nesse estudo, indicam que o modelo consegue operar com resultados próximos a média, demonstrando assim um bom desempenho geral para o modelo, sendo apontado como um resultado seguro.

Por meio dos resultados obtidos foi possível verificar que os modelos utilizados são aptos a contribuir nas predições das simulações e entregam resultados precisos a partir de um conjunto de dados desconhecidos pelo modelo, obtidos com base no trajeto selecionado para realização dessa pesquisa. As vantagens relacionadas ao controle da transmissão adaptável na prática, pode ser resumida na diminuição do consumo de combustível, no fornecimento de uma boa qualidade de troca de marcha, na adaptação do câmbio ao desejo do motorista e o tipo de estrada que o veículo está transitando. Os resultados apresentados neste trabalho sugerem que a proposta possui um bom potencial para uma implementação em ambiente real.



Referências

CAMPOS, M. M.; SAITO, K., Sistemas inteligentes em controle e automação de processo, Editora Ciência Moderna Ltda., 2004.

FHB PERFORMANCE, 2023. Disponível em: <https://www.fhbperformance.com.br/como-o-cambio-automatico-se-adapta-a-cada-condicao/>. Acesso em: 30/08/2023.

PUCRS Online, 2023. Disponível em: <https://online.pucrs.br/blog/public/tecnologia-da-informacao/>. Acesso em: 09/09/2023.

SIMÕES, M.G.; SHAW, I.S., Controle e Modelagem Fuzzy, 2ª edição, Editora Edgard Blücher, 2007.

Carlos Henrique Domiciano | Mestre | carloshenriquedomiciano@gmail.com

Luis Fernando de Almeida | luis.almeida@unitau.br

DOI: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2024.v30.n2.a3851>

Universidade de Taubaté - Março/2024

Área: Metodologia e Técnicas de Computação

Data de conclusão da pesquisa: Março/2024

Link para trabalho completo: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/7110>

Curso de pós-graduação ao qual o trabalho está vinculado:

Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica.

