



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE  
NACIONAL PROFMAT



CELSO ANTONIO DE OLIVEIRA

ANÁLISE DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RELAÇÃO À QUALIDADE DO SONO E AO  
TEMPO DE ESTUDO EXTRACLASSE UTILIZANDO MODELAGEM FUZZY

SINOP – MT  
2024

CELSO ANTONIO DE OLIVEIRA

ANÁLISE DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RELAÇÃO À QUALIDADE DO SONO E AO  
TEMPO DE ESTUDO EXTRACLASSE UTILIZANDO MODELAGEM FUZZY

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Mestrado Profissional em Matemática (PROFMAT) – UNEMAT, Campus Universitário de Sinop-MT, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Dr. Rogério dos Reis Gonçalves  
Coorientadora: Dra. Chiara Maria Seidel Luciano  
Dias

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Processamento Técnico da Divisão de Biblioteca da UNEMAT Catalogação de Publicação na Fonte. UNEMAT - Unidade padrão

Oliveira, Celso Antonio de.

ANÁLISE DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RELAÇÃO À QUALIDADE DO SONO E AO TEMPO DE ESTUDO EXTRACLASSE UTILIZANDO MODELAGEM FUZZY /

Celso Antonio de Oliveira. - Sinop, 2024.

106f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Matemática/SNP-PROFMAT - Sinop - Mestrado Profissional, Campus Universitário De Sinop.

Orientador: Dr. Rogério dos Reis Gonçalves.

Coorientadora: Dra. Chiara Maria Seidel Luciano Dias.

1. Escala Likert. 2. Modelagem Fuzzy. 3. Desempenho escolar.  
I. Gonçalves, Dr. Rogério dos Reis. II. Dias, Coorientadora:  
Dra. Chiara Maria Seidel Luciano. III. Título.

UNEMAT / MTSCEB

CDU 004.43



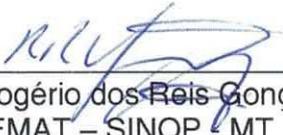
**CELSO ANTONIO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RELAÇÃO À QUALIDADE DO SONO E AO TEMPO DE ESTUDO EXTRACLASSE UTILIZANDO MODELAGEM FUZZY**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – ProfMat da Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT – Campus Universitário de Sinop, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.

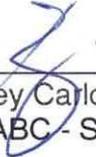
Orientador(a): Prof. Dr. Rogério dos Reis Gonçalves  
Aprovado em 28/06/2024

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Rogério dos Reis Gonçalves  
UNEMAT – SINOP - MT

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Moisés dos Santos Ceconello  
UFMT – CUIABÁ - MT

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Polyanna Possani da Costa Petry  
UNEMAT – SINOP - MT

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Rodney Carlos Bassanezi  
UFABC - SP

Sinop/MT  
2024



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha esposa Vilma e aos meus filhos Arthur e Anelise.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecer a Deus por ter nos concedido o dom da vida e ter nos oportunizado a graça da inteligência, o que torna o homem capaz de fazer coisas incríveis.

Ao nosso coordenador de curso Professor doutor Miguel Tadayuki Koga, o nosso Mestre dos Magos.

Agradeço a todos os professores que compunham o corpo docente e que sempre entregaram o melhor de si para nos ensinar.

Ao professor doutor Rogério dos Reis Gonçalves por sua imensa dedicação, capacidade e paciência, que foi a luz que iluminou meu caminho nessa reta final de curso.

À coorientadora professora doutora Chiara Maria Seidel Luciano Dias, sempre disposta a nos ajudar, pessoa ímpar, a nossa professora “Coração de Ouro”.

Agradeço a Elisangela Mayer, secretária de Pós-Graduação, pela presteza e dedicação, sempre nos atendeu com imensa capacidade.

A todos os meus colegas de curso, turma maravilhosa, pessoas que tenho muito orgulho e satisfação de tê-los conhecido, todos sempre dispostos a ajudar quem estava em dificuldades, amigos para as horas difíceis que não foram poucas, amigos para as horas de descontração, principalmente na disciplina optativa obrigatória, vou levá-los para sempre em meu coração.

Aos meus amigos, professor doutor Inedio Arcari e a professora doutora Maria de Fátima Nunes Antunes, pessoas que sempre me apoiaram e não mediram esforços para me ajudar. São pessoas com grande parcela de contribuição nessa conquista.

“Você é do tamanho de seus sonhos”  
César Souza

## RESUMO

Este estudo investiga como a qualidade do sono e o tempo de estudo extraclasse impactam o desempenho escolar de um grupo de estudantes do ensino médio. A fim de realizar esta pesquisa, optou-se por fazer o uso de técnicas de Modelagem Fuzzy para analisar conjuntos de dados relacionados ao desempenho escolar. Compreender os fatores que influenciam o sucesso escolar é fundamental para melhorar os resultados educacionais. Neste contexto, a qualidade do sono e o tempo dedicado aos estudos extraclasse emergem como variáveis importantes. Outras variáveis poderiam ser consideradas para fornecer uma compreensão mais abrangente, como, por exemplo, atividades extracurriculares, ambiente de estudo em casa, saúde mental e bem-estar, relacionamento com professores e colegas, motivação e interesse pelo aprendizado etc. No entanto, a coleta de dados sobre novas variáveis de interesse pode ser trabalhosa e exigir recursos significativos. Isso acarretaria uma maior complexidade do estudo, impactaria no tempo destinado a esta pesquisa e, ainda, o aumento de variáveis pode tornar a interpretação dos resultados mais complexa e sujeita a confusão. Por meio da aplicação de técnicas de Modelagem Fuzzy, aliada ao uso da Escala Likert, foi possível fazer inferências sobre a relação entre horas de sono, tempo de estudos extraclasse e o desempenho escolar dos alunos.

**Palavras-chaves:** Modelagem Fuzzy. Escala Likert. Qualidade do sono. Tempo de estudo extraclasse. Desempenho escolar.

## ABSTRACT

This study investigates how sleep quality and extracurricular study time impact the academic performance of a group of high school students. In order to conduct this research, fuzzy modeling techniques were chosen to analyze data sets related to academic performance. Understanding the factors that influence academic success is fundamental to improving educational outcomes. In this context, the quality of sleep and the time dedicated to extracurricular studies emerge as important variables. Other variables could be considered to provide a more comprehensive understanding, such as extracurricular activities, home study environment, mental health and well-being, relationships with teachers and classmates, motivation and interest in learning, etc. However, collecting data on new variables of interest can be labor-intensive and require significant resources. This would lead to greater study complexity, it would impact the time allocated to this research, and furthermore, the increase in variables can make the interpretation of results more complex and subject to confusion. Through the application of fuzzy modeling techniques, combined with the use of the Likert scale, it was possible to make inferences about the relationship between hours of sleep, extracurricular study time and students academic performance.

**Keywords:** Fuzzy modeling. Likert Scale. Sleep quality. Extracurricular Study time. Academic performance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Figura ilustrativa mostrando parcialmente os campos de busca das dissertações de mestrado dos alunos do PROFMAT.....	17
Figura 2: Ilustração das características das funções de pertinência triangular, trapezoidal e gaussiana.....	52
Figura 3: Esquema geral de um Controlador Fuzzy .....	52
Figura 4: Esquema do sistema de controle para avaliação do desempenho escolar dos estudantes do ensino médio de uma escola de Sinop-MT.....	59
Figura 5: Gráficos dos modelos matemáticos das funções de pertinência do número de horas diárias dormidas, considerando cada uma das variáveis linguísticas: Pouco Tempo, Tempo Médio e Muito Tempo.....	62
Figura 6: Gráficos dos modelos matemáticos das funções de pertinência do número de horas diárias de estudos extraclasse, considerando cada uma das variáveis linguísticas: Pouco Tempo, Tempo Médio e Muito Tempo .....	63
Figura 7: Gráficos dos modelos matemáticos das funções de pertinência das notas escolares dos alunos, considerando cada uma das variáveis linguísticas: Desempenho Baixo, Desempenho Médio e Desempenho Alto .....	65
Figura 8: Funções de pertinência com graus de pertinência diferentes de zero se o aluno dorme diariamente, em média, 7.5 horas.....	69
Figura 9: Funções com graus de pertinência diferentes de zero se o aluno estuda fora da sala de aula diariamente, em média, 2 horas e 15 minutos.....	69
Figura 10: Método de Mamdani com composição max-min.....	70
Figura 11: Representação gráfica da saída fuzzy “desempenho escolar médio” pelo Método de Mamdani max-min .....	71
Figura 12: Representação gráfica da saída fuzzy “desempenho escolar alto” pelo Método de Mamdani max-min .....	72
Figura 13: Saída do SBRF (Modelagem Matemática para o desempenho escolar) considerando as entradas $d = 7.5$ e $t = 2.25$ .....	73
Figura 14: Resposta do aluno A1 à Questão 1 do bloco “Qualidade do Sono” .....	78
Figura 15: Resposta do aluno A1 à Questão 2 do bloco “Qualidade do Sono” .....	78
Figura 16: Resposta do aluno A1 à Questão 3 do bloco “Qualidade do Sono” .....	79
Figura 17: Modelagem da Relação entre a Média de Estudos Extraclasse (Questionário Likert)	

e Tempo de Estudos: Função do tipo Exponencial Estimada.....	80
Figura 18: Resposta do Aluno A1 à Questão 4 do bloco “Estudos Extraclasse” .....	80
Figura 19: Resposta do Aluno A1 à Questão 5 do bloco “Estudos Extraclasse” .....	81
Figura 20: Resposta do Aluno A1 à Questão 6 do bloco “Estudos Extraclasse” .....	81
Figura 21: Questão retirada do questionário avaliativo em relação ao Bloco/Conjunto “Qualidade do Sono” .....	86
Figura 22: Questão retirada do questionário avaliativo em relação ao Bloco/Conjunto “Estudos Extraclasse” .....	87
Figura 23: Questão retirada do questionário avaliativo em relação ao Bloco/Conjunto “Desempenho Escolar” .....	87
Figura 24: Ajuste quadrático das horas de sono e desempenho escolar, fixando em 2 horas a variável horas de estudos extraclasse .....	92
Figura 25: Modelo logístico utilizado para associar as horas de estudos extraclasse ao desempenho escolar, fixando em 7 horas a variável tempo de sono .....	93

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Distribuição dos profissionais e alunos no Colégio Visão .....	49
Quadro 2: Representação matricial da base de regras utilizadas neste trabalho, em que d e t são variáveis de entrada que representam, respectivamente, o número de horas dormidas e o tempo de estudos extraclasse dos alunos de uma escola particular da cidade de Colíder-MT.	67
Quadro 3: Regras ativadas na base de regras: Aluno A1 .....	68
Quadro 4: Exemplo Hipotético de uma pergunta elaborada na Escala Likert com número ímpar de opções: classificação de serviços e produtos de uma empresa. ....	75
Quadro 5: Relação entre a Média de Estudos Extraclasse (Questionário Likert) e Tempo de Estudos: dados estimados pelos autores deste trabalho a fim de encontrar a função do tipo exponencial que melhor se ajusta aos dados .....	79
Quadro 6: Aplicação do Método de Mamdani max-min para estimar o desempenho escolar do Aluno A1 .....	82
Quadro 7: Estimativa do desempenho escolar dos alunos utilizando modelos fuzzy e Escala Likert propostos neste trabalho.....	84
Quadro 8: Valores relativos ao cálculo da média aritmética das respostas dos questionários .	88
Quadro 9: Valores relativos ao Questionário respondido pelo estudante E3 .....	89
Quadro 10: Relação entre horas de sono e desempenho escolar com modelagem Fuzzy e Escala Likert, considerando fixo 2 horas de estudos extraclasse .....	91
Quadro 11: Relação entre tempo de estudos extraclasse e desempenho escolar com Modelagem Fuzzy e Escala Likert, considerando fixo 7 horas de sono.....	93

## SUMÁRIO

### Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1	HISTÓRIA DA LÓGICA FUZZY.....	19
2.2	EXPLORANDO AS CONTRIBUIÇÕES DO PROFMAT SOBRE A LÓGICA FUZZY: DISSERTAÇÕES EM FOCO.....	22
2.3	OUTRAS CONTRIBUIÇÕES: EXPLORAÇÕES ALÉM DO ESCOPO DO PROFMAT.....	30
3	QUALIDADE DO SONO, ESTUDO EXTRACLASSE E DESEMPENHO ESCOLAR: UMA BREVE REVISÃO.....	37
3.1	QUALIDADE DO SONO.....	37
3.2	ESTUDO EXTRACLASSE.....	43
3.3	DESEMPENHO ESCOLAR.....	45
4	CENÁRIO DA PESQUISA.....	48
4.1	SUJEITOS DA PESQUISA.....	48
4.2	AMBIENTE DA PESQUISA.....	48
5	ASPECTOS INTRODUTÓRIOS DA MODELAGEM FUZZY.....	50
5.1	FUZZIFICAÇÃO.....	52
5.2	BASE DE REGRAS.....	53
5.3	INFERÊNCIA FUZZY.....	54
5.4	DEFUZZIFICAÇÃO.....	56
6	MODELAGEM FUZZY PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ESCOLAR.....	59
6.1	VARIÁVEIS DE ENTRADA: HORAS DIÁRIAS DE SONO E DE ESTUDOS EXTRACLASSE 60	
6.1.1	MODELANDO AS FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA DAS HORAS DIÁRIAS DE SONO.....	61
6.1.2	MODELANDO AS FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA DAS HORAS DIÁRIAS DE ESTUDOS EXTRACLASSE.....	63
6.2	VARIÁVEL DE SAÍDA: DESEMPENHO ESCOLAR.....	64
6.2.1	MODELANDO A FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA DO DESEMPENHO ESCOLAR.....	65
6.3	MODELAGEM DE UMA SITUAÇÃO REAL USANDO SISTEMAS DE REGRAS FUZZY.....	66
6.4	MODELAGEM DE SITUAÇÕES REAIS USANDO SISTEMAS DE REGRAS FUZZY ALIADA A ESCALA LIKERT.....	74
6.4.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS UTILIZADOS PARA RELACIONAR A ESCALA LIKERT COM A LÓGICA FUZZY.....	76
6.4.2	CONVERTENDO AS RESPOSTAS DO BLOCO DA ESCALA LIKERT (QUALIDADE DO SONO) EM VALORES FUZZY CORRESPONDENTES A HORAS DIÁRIAS DE SONO.....	78

6.4.3 CONVERTENDO AS RESPOSTAS DO BLOCO DA ESCALA LIKERT (ESTUDOS EXTRACLASSE) EM VALORES FUZZY CORRESPONDENTES A HORAS DE ESTUDOS EXTRACLASSE .....	79
6.4.4 ETAPA DE FUZZIFICAÇÃO E DEFUZZIFICAÇÃO.....	81
6.4.5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA FUZZY ALIADA À ESCALA LIKERT: UM ESTUDO DE CASO .....	83
6.5 OUTRAS CONTRIBUIÇÕES A PARTIR DO GRADUALISMO DA ESCALA LIKERT .....	85
7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	90
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
8.1 TRABALHOS FUTUROS .....	95
REFERÊNCIAS .....	97
ANEXO .....	102
ANEXO I: QUESTIONÁRIO BASEADO NA ESCALA LIKERT PARA INVESTIGAR O IMPACTO DA QUALIDADE DO SONO E DO TEMPO DE ESTUDO EXTRACLASSE NO DESEMPENHO ESCOLAR, COM O USO DA MODELAGEM FUZZY .....	102
ANEXO II: RESPOSTAS DOS ESTUDANTES-QUESTIONÁRIO LIKERT.....	105

## 1 INTRODUÇÃO

A experiência como docente, permite-se a interação cotidiana com jovens de 12 a 18 anos. Esses alunos vivenciam um mundo em constante evolução, impulsionado pelo rápido avanço da tecnologia em um mercado globalizado. Novidades tecnológicas, desde sofisticados aparelhos eletrônicos até novos softwares, surgem diariamente, servindo tanto como ferramentas utilitárias, quanto como fontes de entretenimento.

No entanto, observa-se uma crescente desmotivação, falta de interesse e engajamento dos alunos em relação aos temas abordados em sala de aula. Essa abnegação, por vezes, surpreende, especialmente no que tange ao perfil de alunos finalizando o ensino médio sem pré-requisitos necessários em conceitos básicos, como as quatro operações matemáticas. Essas situações levam-se a questionar a eficácia como educador. Em momentos de reflexão, chegou-se até a considerar a interrupção do trabalho, diante da constatação de que o objetivo de ensino não estaria sendo alcançado. No entanto, analisando mais profundamente, percebeu-se que a responsabilidade por essa situação era compartilhada com uma rede mais abrangente que foge ao controle. O sistema educacional no cenário atual também desempenha um papel significativo.

Se há um desejo em promover mudanças, necessário faz-se primeiro, compreender as causas desse cenário. Nesse norte, é comum observarmos uma certa apatia em grande parte dos estudantes, o que agrava ainda mais a situação.

Para buscar soluções eficazes diante da realidade atual, reconhece-se a necessidade crucial de realizar uma análise mais detalhada das causas desse comportamento. Levantou-se a hipótese de que a higiene do sono e do tempo dedicado aos estudos extraclasse possam ter um impacto relevante. Acredita-se que uma boa qualidade de sono aliado aos estudos extraclasse são fatores-chave para o bom desempenho escolar.

Ao refletir sobre a situação presente, identifica-se a necessidade de investigar mais profundamente as possíveis causas do desinteresse dos alunos e seu consequente baixo desempenho escolar. A hipótese de que a qualidade do sono e o tempo dedicado aos estudos extraclasse desempenham um papel significativo chamou a atenção. Entende-se que uma boa qualidade de sono, juntamente com um tempo adequado dedicado aos estudos fora da sala de aula, são fatores determinantes para o sucesso dos alunos. Por esse motivo, decidiu-se o estudo dessa correlação mais detalhadamente. Segundo (BATISTA, 2018).

observou-se que a percepção da qualidade do sono, independentemente da quantidade de horas dormidas e do tempo de estudo extraclasse, foi associada com a dificuldade de assimilação do conteúdo abordado percebida pelo aluno adolescente. Outros pontos

que merecem menção: quase metade dos jovens tinha dificuldade de assimilar o conhecimento abordado em sala de aula e os jovens que estudavam pelo menos 1 hora por dia, fora da sala de aula, mostraram menos dificuldade de assimilação do conteúdo abordado.

Após discussão dessas ideias com os orientadores, chegou-se à conclusão de que uma abordagem baseada em Lógica Fuzzy poderia ser útil para analisar e modelar essa relação de forma mais precisa e abrangente. Optou-se então, por iniciar a pesquisa nesse campo do conhecimento, como uma introdução que permitirá aprofundar o entendimento sobre a correlação entre a qualidade do sono dos alunos, o tempo de estudo extraclasse e seu desempenho escolar. Embora esse estudo apresente um modelo matemático simples, esta pesquisa será valiosa para minha formação enquanto aluno do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) e, dessa forma, possa adquirir embasamento teórico para continuar nessa linha de pesquisa. De acordo com a (BNCC, p 327).

Pretende-se que os estudantes, ao terminarem o ensino fundamental, estejam aptos a compreender a organização e o funcionamento de seu corpo, assim como a interpretar as modificações físicas e emocionais que acompanham a adolescência e a reconhecer o impacto que elas podem ter na autoestima e na segurança de seu próprio corpo. É também fundamental que tenham condições de assumir o protagonismo na escolha de posicionamentos que representem autocuidado com seu corpo e respeito com o corpo do outro,

A Lógica Fuzzy é um sistema de raciocínio que lida com a incerteza e a imprecisão, diferentemente da lógica clássica, que opera apenas com valores absolutos de verdadeiro ou falso, a Lógica Fuzzy trabalha com valores que variam em um intervalo  $[0, 1]$ , representando graus de pertinência. Essa abordagem permite que sejam analisados fenômenos complexos como o desempenho acadêmico, que dependem de múltiplos fatores.

A Lógica fuzzy é um campo complexo e multifacetado, que abrange uma ampla gama de aplicações em diferentes áreas, incluindo a educação. Como pesquisador iniciante nesse tema, é crucial começar com um estudo que possa servir como uma introdução acessível e compreensível. Por isso, decidiu-se modelar o problema através dos Sistemas Baseados em Regras Fuzzy (SBRF). Ao focar em um estudo inicial, buscou-se oferecer clareza aos pesquisadores principiantes sobre como aplicar os conceitos da Lógica Fuzzy para analisar problemas do cotidiano, como o desempenho escolar dos estudantes. Pretende-se, portanto, incentivar pesquisadores a expandirem esse modelo, inserindo outras grandezas relevantes que possam ajudar a explicar de forma mais abrangente e precisa quais fatores influenciam diretamente no desempenho escolar dos estudantes. Dessa forma, espera-se contribuir não apenas para o avanço do conhecimento neste campo, mas também para o desenvolvimento de soluções mais eficazes e informadas para os desafios enfrentados na área educacional.

Uma das etapas fundamentais na aplicação de SBRF é a modelagem das funções de pertinência. Essas funções desempenham um papel crucial ao mapear as variáveis de entrada e saída do sistema para valores de pertinência no intervalo  $[0, 1]$ . No contexto deste estudo, as funções de pertinência serão utilizadas para representar o tempo dedicado aos estudos extraclasse, a qualidade do sono e o desempenho escolar dos estudantes.

Para a variável "tempo de estudos extraclasse", as funções de pertinência podem ser projetadas para representar diferentes níveis de dedicação aos estudos, como "pouco tempo", "tempo médio" e "muito tempo". Essas funções de pertinência podem variar de acordo com o tempo diário dedicado aos estudos por cada aluno.

Da mesma forma, para a variável "qualidade do sono", inicialmente será utilizada a quantidade de horas dormidas como indicador. As funções de pertinência para esta variável podem ser modeladas para capturar diferentes níveis de qualidade do sono, como "pouco tempo", "tempo médio" e "muito tempo". Cada uma dessas categorias pode ser representada por uma curva de pertinência que reflete a relação entre a quantidade de horas de sono e sua qualidade percebida.

Por fim, para a variável de saída "desempenho escolar", as funções de pertinência serão usadas para representar diferentes níveis de desempenho acadêmico, como "baixo desempenho", "desempenho intermediário" e "alto desempenho". Essas funções de pertinência irão mapear o desempenho dos alunos em relação a critérios específicos, como notas obtidas em avaliações ou médias bimestrais.

Com a modelagem adequada das funções de pertinência para essas variáveis, será possível construir um sistema fuzzy que permita analisar a relação entre a qualidade do sono, o tempo de estudos extraclasse e o desempenho escolar dos estudantes de forma mais precisa e abrangente.

Optou-se por modelar as funções de pertinência para os SBRF com base no próprio entendimento, bem como nas contribuições de colegas que têm experiência na área da educação. Embora as funções de pertinência geralmente sejam modeladas com a colaboração de especialistas do domínio, essa abordagem foi adotada aqui como exemplo didático. Reconhece-se que a modelagem das funções de pertinência é uma tarefa complexa e que requer conhecimento especializado para garantir sua precisão e eficácia. No entanto, a minha intenção é fornecer uma demonstração inicial e acessível do uso de SBRF na análise do desempenho escolar dos estudantes.

Ressalta-se que, muitas vezes, é necessário incorporar diferentes tipos de dados e informações para criar modelos mais precisos e abrangentes. Uma possibilidade é introduzir a

Escala Likert, pois ela emerge como uma ferramenta valiosa que pode ser agregada aos SBRF para melhorar a representação matemática de certos aspectos dos sistemas estudados.

A Escala Likert é uma técnica amplamente utilizada em pesquisas para medir atitudes, opiniões ou comportamentos dos respondentes. Ela permite que os participantes expressem seus graus de concordância ou discordância em relação a determinadas afirmações, atribuindo valores numéricos a respostas que variam em uma escala de, por exemplo, "discordo totalmente" a "concordo totalmente".

A inserção da Escala Likert nos SBRF pode ser particularmente relevante em contextos educacionais, onde é crucial compreender a percepção e o comportamento dos alunos em relação a diferentes aspectos do processo de aprendizagem. Ao incorporar a Escala Likert, torna-se possível capturar nuances e sutilezas nas respostas dos estudantes, permitindo uma análise mais abrangente e sofisticada do desempenho escolar e de outros fenômenos educacionais. Portanto, considera-se importante explorar a possibilidade de integrar a Escala Likert aos SBRF, reconhecendo que isso pode introduzir desafios adicionais na Modelagem Matemática.

No dia 01/05/2024 foi feita uma busca na página no banco de dados de dissertações do PROFMAT (<https://profmatt-sbm.org.br/dissertacoes/?aluno=&titulo=fuzzy&polo=>) com o objetivo de mapear os trabalhos que trataram do tema “Lógica Fuzzy”. Foram encontrados 17 registros (de um total de 7343 dissertações) usando a palavra-chave “fuzzy” no campo de busca “Título da Dissertação”, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Figura ilustrativa mostrando parcialmente os campos de busca das dissertações de mestrado dos alunos do PROFMAT

## Dissertações do PROFMAT

Lista das Dissertações de Mestrado dos alunos do PROFMAT.

Nome do Aluno	fuzzy	Nome/Silga da Instituição
<b>Filtrar</b>		

Foram encontrados 17 registros.

Data de defesa	Aluno	Título da Dissertação	Instituição	Dissertação
----------------	-------	-----------------------	-------------	-------------

Fonte: Print parcial da tela inicial do campo de busca das dissertações de mestrado produzidas pelos alunos do PROFMAT <<https://profmatt-sbm.org.br/dissertacoes/?aluno=&titulo=fuzzy&polo=>>

Um destes trabalhos é apresentado por Oliveira (2014), em que o autor propôs um estudo baseado na Lógica Fuzzy para analisar o rendimento escolar dos estudantes da educação

básica em função das variáveis: participação da família, infraestrutura da escola, motivação do aluno e qualidade do professor.

Dos 17 registros encontrados sobre o tema “fuzzy”, observei que nenhum destes apresentou possíveis relações entre a Escala Likert e a Modelagem Fuzzy. Nessa perspectiva, pretendo abordar a utilização desta escala a fim de realizar uma análise com métricas fuzzy, com o objetivo de descrever de forma mais detalhada o problema proposto.

A Lógica Fuzzy é um ramo da inteligência artificial que tem como objetivo modelar e tratar a incerteza presente em diversos sistemas complexos. Baseada na teoria dos Conjuntos Fuzzy, a Lógica Fuzzy trata das incertezas que nem sempre podem ser explicadas com um certo rigor de exatidão, uma premissa pode variar de grau de precisão pode ser parcialmente verdadeira como também pode ser parcialmente falsa.

No que diz respeito ao sono, estudos têm demonstrado que a privação ou a má qualidade do sono podem afetar negativamente a atenção, a memória e o raciocínio dos estudantes. Por outro lado, uma noite de sono que tenha uma quantidade de horas suficiente e com boa qualidade de sono podem promover o desenvolvimento cognitivo e melhorar a capacidade de aprendizado. É importante também considerar que o excesso de estudos pode gerar fadiga mental e prejudicar o processo de aprendizagem. Artigo publicado por (KUMON, 2023), afirma que.

É evidente que o estudo é uma parte fundamental da jornada acadêmica, porém, é importante reconhecer quando o empenho está ultrapassando os limites saudáveis. Ao estar ciente dos sinais de sobrecarga e ao adotar práticas de estudo equilibradas, é possível alcançar o sucesso acadêmico sem prejudicar a saúde mental e emocional.

O objetivo deste trabalho é investigar como a qualidade do sono e o tempo de estudos extraclasse impactam o desempenho escolar de um grupo de estudantes do ensino médio. Dessa forma, a utilização da Lógica Fuzzy pode auxiliar na compreensão dos efeitos combinados dessas variáveis.

Este trabalho será aplicado em 9 alunos de uma turma do ensino médio, por meio da aplicação de um questionário.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, será apresentado uma revisão da literatura, dividida em três seções distintas, cada uma com um propósito específico e complementar, como segue: (i) a primeira seção destina-se a fornecer um panorama histórico da Lógica Fuzzy, destacando os principais marcos, desenvolvimentos e contribuições ao longo do tempo; (ii) na segunda seção, será concentrada em revisar as dissertações produzidas por alunos do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (Profmat). Esta revisão aborda trabalhos previamente realizados dentro do programa a fim de divulgá-los, além de fornecer uma base sólida para a pesquisa e (iii) a terceira seção abrange uma revisão da literatura científica fora do âmbito do Profmat. Esta revisão amplia o escopo de pesquisa, incorporando estudos relevantes e contribuições significativas de pesquisadores em Lógica Fuzzy em diferentes contextos e instituições. A realização de uma revisão bibliográfica de trabalhos científicos além do escopo do PROFMAT enriquecerá a compreensão do campo e identificará lacunas ou áreas de interesse para investigação futura, que foi um dos propósitos da escolha do tema desta dissertação.

### 2.1 HISTÓRIA DA LÓGICA FUZZY

A história da Lógica Fuzzy tem seu primeiro impulso com o reconhecimento de que o mundo real é repleto de incertezas e imprecisões. Na lógica clássica, o raciocínio é baseado em princípios binários, ou seja, algo é verdadeiro ou falso, certo ou errado. No entanto, muitas vezes, as informações com as quais lidamos não se enquadram nessa classificação binária. A Lógica Fuzzy, também conhecida como lógica difusa ou lógica nebulosa, foi desenvolvida na década de 1960 por Lotfi A. Zadeh, um pioneiro da inteligência artificial e da teoria dos sistemas.

Segundo (COSTA, 2017), Zadeh observou que os recursos disponíveis não eram capazes de automatizar atividades humanas relacionadas a problemas de natureza industrial, química ou biológica, que compreendessem situações ambíguas. A partir do trabalho de Zadeh, a Lógica Fuzzy se tornou uma abordagem alternativa à lógica clássica, que é baseada na lógica binária e no princípio do terceiro excluído (um objeto ou proposição é considerado verdadeiro ou falso, sem meios-termos).

Segundo (SANTOS, 2022), a Teoria Fuzzy foi apresentada em 1965 por Lotfi A. Zadeh, professor no departamento de engenharia elétrica e ciências da computação da Universidade da Califórnia, em Berkeley. O termo em inglês “fuzzy” significa coisas que não são muito claras.

Inicialmente a teoria baseada em Conjuntos Fuzzy enfrentou muita resistência na comunidade científica, fora muito discutida entre pesquisadores da época, alguns matemáticos acreditavam que os problemas tratados pela teoria da Lógica Fuzzy poderiam facilmente ser resolvidos através de técnicas da probabilidade. Essa resistência inicial da comunidade científica causou como pode ser dito um certo atraso em pesquisas que fossem desenvolvidas amparadas em métodos baseados em regras fuzzy. Como afirma (MACHADO, 2003 p. 6).

Inicialmente, a teoria fuzzy foi tema de muitas discussões entre pesquisadores, pois matemáticos com especialização em estatística e probabilidade afirmavam que os problemas que poderiam ser resolvidos com a teoria fuzzy seriam igualmente resolvidos utilizando a teoria da probabilidade. Com isto, nenhuma aplicação prática real foi iniciada e ficou difícil defender a nova teoria de um ponto de vista puramente filosófico.

Alguns avanços foram ocorrendo de forma independente e, no final dos anos 60, começam a surgir métodos fuzzy propostos por alguns pesquisadores. Logo em seguida, no ano de 1968, Zadeh propôs os conceitos dos algoritmos fuzzy, as decisões fuzzy elaborada em 1970 e em 1973 deu-se a divulgação do ordenamento fuzzy, introduzindo os conceitos linguísticos do tipo vazio, meio vazio, meio cheio e cheio, formulando teorias que abrangiam uma forma mais aproximada do pensamento humano através de regras se...então. Segundo (SILVA, 2020).

A Ciência até certo período temporal, tratou a incerteza com algo a ser totalmente evitado, pois era considerada, na época, uma negação da ciência, contradizendo os valores de precisão, especificidade, nitidez e consistência. O início da transição dessa visão tradicional para uma visão moderna da incerteza, ocorreu no final do século XIX, quando a física começou a se preocupar com processos de nível molecular.

Após dez anos passados desde que Lotfi A. Zadeh havia introduzido a Teoria Fuzzy, foi estabelecida a estrutura básica de controladores Fuzzy, por Mamdani e Assilian, utilizado para controlar uma máquina a vapor em 1975. Pesquisas foram avançando e mostrando que era um campo promissor e muito ainda havia a ser explorado, em 1978 um SBRF era utilizado pela primeira vez em um processo mais sofisticado, abrangendo um sistema industrial completo em um forno de cimento.

Embora as pesquisas que se referiam ao desenvolvimento e aprimoramento que utilizavam conceitos das regras baseadas em Conjuntos Fuzzy terem continuado caminhando devido o esforço e dedicação de alguns cientistas, durante os anos que englobam as décadas de 70 e 80, pôde-se afirmar que o progresso foi um tanto lento frente a tamanha importância que poderia ser disponibilizado principalmente no campo industrial na automação de plantas industriais, uma maior atenção fora despendida inicialmente por cientistas japoneses, que mantiveram as pesquisas na área, como afirma (MACHADO, 2003). Eles descobriram que os controladores Fuzzy são muito fáceis de projetar e são úteis na solução de diversos problemas industriais.

A primeira aplicação Fuzzy começou ser criada no Japão em 1980, por Sugeno, aplicada ao controle de um purificador de água, e o desenvolvimento de um robô com controle fuzzy para organizar um estacionamento de carros, Yasunobu e Miyamoto começaram um empreendimento que pode ser considerado um tanto que ousado para a época, o que significaria um marco para o desenvolvimento dos Sistemas Baseados em Regras Fuzzy no início dos anos 80, ficou marcado na história como o primeiro empreendimento mais robusto que foi o projeto de controle do metrô de Sandai, disponibilizando mais estabilidade ao funcionamento dos equipamentos e conforto para os usuários, concluído em 1987 esse sistema passou a ser o mais moderno e sofisticado sistema de controle até então aplicados ao controle do metrô, desse fato em diante que a Lógica Fuzzy, de certa maneira até desprezadas em alguns países desenvolvidos passa a chamar a atenção, e passou a ser empregada nos mais diversos ramos da economia, indústria e outros. Tamanha era a atenção que os japoneses davam as pesquisas no campo da Lógica Fuzzy que logo após a conclusão deste trabalho, foi realizada a segunda conferência internacional de sistemas fuzzy em Tóquio.

Frente ao sucesso alcançado no Japão, deste evento em diante, os processos baseados em regras fuzzy passaram a ser vistos com outros olhos pela comunidade científica internacional, principalmente americanos e europeus, da década de 90, passou a ser muito expressivo a comercialização de produtos que tinham agregado sistema fuzzy, saindo um pouco somente da aplicação em processos industriais e começaram a aparecer em produtos como chuveiros, máquinas de lavar, filmadoras, condicionadores de ar e em muitos outros que poderíamos citar aqui. De acordo com (BARROS e BASSANEZZI 2006, p. 120), atualmente, controladores fuzzy são largamente utilizados em aparelhos eletrodomésticos, sendo o Japão o primeiro país a investir pesadamente na indústria fuzzy.

Dois detalhes que chamam atenção são: (i) os sistemas fuzzy são realmente bons, até os dias atuais, onde tantos avanços já foram feitos no campo científico, continua sendo empregado em larga escala, em cada detalhe da modernização, disponibilizando mais segurança e conforto; (ii) o conhecimento relacionado à Lógica Fuzzy ainda é pouco divulgado em livros didáticos ou publicações frequentes em revistas e jornais, ele está mais restrito ao campo da comunidade científica e empresas desenvolvedoras de produtos de consumo.

De acordo com (MACHADO, 2003), nos anos 1990 começam a aparecer uma quantidade de publicações mais significantes, A partir de 1996 foram publicados os primeiros trabalhos de projeto de sistemas fuzzy com LMIs (análise e controle de sistemas lineares). A Lógica Fuzzy tem sido amplamente pesquisada e desenvolvida, resultando em várias extensões

e aplicações. Além disso, a Lógica Fuzzy foi integrada a outras abordagens de inteligência artificial, como redes neurais e algoritmos genéticos, resultando em sistemas híbridos e mais poderosos, aplicada em várias áreas, incluindo engenharia, ciência da computação, medicina, economia e muitas outras. A sua capacidade de lidar com incerteza e imprecisão de forma intuitiva e eficaz a torna uma ferramenta valiosa no desenvolvimento de sistemas inteligentes.

## 2.2 EXPLORANDO AS CONTRIBUIÇÕES DO PROFMAT SOBRE A LÓGICA FUZZY: DISSERTAÇÕES EM FOCO

Santos (2022) abordou a Matemática Fuzzy em um contexto voltado para o ensino de matemática na educação básica, com o intuito de abordar com mais precisão ramos da matemática mais subjetivos, que a matemática mais tradicional não consegue tratar com tanta exatidão. O autor propôs algumas atividades práticas em sala de aula, como, por exemplo, “quando chamar uma via de rua ou avenida?” e “como determinar se uma janela está um pouco aberta ou um pouco fechada?” Como seria a altura ideal para um jogador de basquete, como se classifica este jogador levando-se em conta sua estatura como alto ou baixo, quando teria que ser dito este jogador é baixo ou muito baixo, assunto que a lógica booleana não teria como abordar, pois para a lógica clássica ou uma janela está fechada ou aberta, não disponibiliza graus de pertinência para que possa ser tratado os meios termos. Segundo (SANTOS, 2022 p. 1) Na vida real depara-se com situações em que não é possível decidir se uma afirmação é verdadeira ou falsa. Sempre que tal cenário chega, a lógica fuzzy fornece flexibilidade valiosa para o raciocínio, considerando as incertezas da situação.

Alonso (2022) apresenta um trabalho sobre sistemas da Lógica Fuzzy, que abrange com mais eficiência assuntos que a lógica booleana não é capaz de estudar, com grau de especificidade mais abrangentes como temas que envolvem o pensamento humano e a inteligência artificial. É o Sistema Baseado em Regras Fuzzy (SBRF). Em seu trabalho, o autor desenvolve maneiras de estudar e aplicar através da Modelagem Matemática um tema que atualmente faz parte da nossa rotina, o estudo da COVID-19, tendo como variáveis de entrada fuzzy: (i) Febre: sem febre, pouca febre, febre e muita febre; (ii) Tosse seca: pouca tosse, tosse moderada, muita tosse; (iii) Cansaço: sem cansaço, cansaço e muito cansaço. E como variável fuzzy de saída a situação em que o paciente se encontra (COVID-19 negativo, sem comentários e COVID-19 positivo). Utilizando a Modelagem Matemática, desenvolveu-se um sistema de inferência fuzzy, em que foi utilizado o *software* Matlab para obtenção dos resultados. Propôs duas atividades para implementar no ensino básico, baseadas nos conceitos da Lógica Fuzzy, a

saber, a escolha de um aplicativo para edição de fotos e gravação de vídeos por meio do celular, utilizando os seguintes parâmetros: funcionalidade, segurança das informações e classificação na loja de aplicativo (Avaliação do desempenho de um atleta de ginástica artística na Olimpíada de Tóquio). Foram utilizados os seguintes critérios: Nota de Dificuldade, Nota de Execução e Nota Final.

Rios (2021) desenvolveu um método baseado em Sistemas de Regras Fuzzy que seja capaz de avaliar os riscos de contaminação do vírus SARS-CoV-2 (COVID-19), devido à complexidade de diagnóstico que pode ser muito diferente de uma pessoa para a outra, talvez não seria possível elaborar um método que fosse capaz de explicitar as diversas variáveis de entrada que o problema pode apresentar, utilizando-se de métodos mais tradicionais disponibilizados por uma matemática mais clássica. A Teoria dos Conjuntos Fuzzy pode tratar com mais rigor assuntos que fogem do alcance de outros sistemas matemáticos, buscando minimizar os riscos que um paciente assintomático, contaminado pelo vírus do COVID-19, tem em continuar a disseminação da doença para indivíduos até então saudáveis, baseados em sintomas que são comuns a pessoas infectadas por este vírus. Estes sintomas que podem apresentar pessoas infectadas pelo COVID-19 são as entradas do sistema de fuzzificação e defuzzificação, utilizando o Método de Mamdani. Os termos finais após a defuzzificação são os dados de “contaminado” ou “saudáveis”, ele desenvolveu através da Modelagem Matemática utilizando o Método dos Conjuntos Fuzzy, o que segundo ele lhe propicia mais ferramentas a serem exploradas durante a instigação intrínseca ao seu trabalho. De acordo com (RIOS, 2021 p. 22). De maneira sucinta, pode-se dizer que a Modelagem Matemática se apropria de um problema do mundo real e, após uma transcrição matemática desse problema, buscam-se soluções que podem explicar ou fazer projeções acerca do fenômeno escolhido para análise.

Silva (2020) realizou um estudo de conceitos que fundamentam a Teoria dos Conjuntos Fuzzy e sugere um modelo que mensura a atividade de uma doença intestinal inflamatória. A doença de Crohn escolhida para ser objeto de estudos e aplicação da Lógica Fuzzy é uma doença de causas não conhecidas e sintomas diversos, o que motivou essa pesquisa, pautada em um modelo fuzzy baseado no IHB (Índice de Harvey-Bradshaw). Segundo (SILVA, 2020 p.15), essa dissertação tem como objetivo realizar um estudo de conceitos básicos que fundamentam a Teoria dos Conjuntos Fuzzy e apresenta um modelo que mensura a atividade de uma doença intestinal inflamatória baseada em Sistemas Fuzzy. Este trabalho fundamenta-se na Teoria dos Conjuntos Fuzzy, propondo um modelo fuzzy para auxiliar na determinação das fases da Doença de Crohn.”

Narcizo (2019), aproximando um pouco do presente trabalho o autor tem como proposta tabular um método para avaliar o desempenho escolar, uma tarefa um pouco arduosa que direciona a uma missão que não é das mais fáceis, ao desenvolver essa proposta com certeza vão ser encontradas situações subjetivas e às vezes até mesmo inusitadas, como medir, contar, algo que envolve tantos requisitos seja de conhecimento, emocional, social, psicológico e outros pertinentes a implicação do ensinar e aprender, “considerando fatores subjetivos ao que tange o processo de aprendizagem. Para tal, o autor construiu um modelo matemático por meio de um SBRF que possibilita realizar a avaliação conceitual de educandos, levando em conta algumas características subjetivas presentes na mesma. Segundo (NARCIZO, 2019 p. 11).

o presente trabalho objetiva apresentar um método alternativo para avaliação conceitual, não com olhar focado apenas no conteúdo, mas aos aspectos conceituais do aluno, considerando fatores subjetivos ao que tange o processo de aprendizagem. Para tal, propomos um modelo matemático fuzzy, por meio de sistemas Baseados em Regras Fuzzy.

Para a estruturação desse sistema desenvolvido através de um sistema utilizando um conjunto de regras fuzzy o autor usou como variáveis de entrada: (i) Interação pessoal: inexistente, ruim, regular, boa e excelente; (ii) Participação nas atividades: inexistente, ruim, regular, boa e excelente; (iii) Assiduidade: baixa, média e alta. E como variável de saída de defuzzificação chegou-se a uma ficha conceitual com valores como: insuficiente, razoável, regular, bom e excelente. Para a implementação computacional do modelo foi utilizada a ferramenta Fuzzy Logic do Toolbox contida no ambiente de programação MatLab. O autor considerou o modelo proposto como viável por possibilitar aos professores a tomada de decisão levando em conta informações aproximadas e imprecisas na realização da avaliação ao conceitual de seus alunos.

Pacheco (2019), neste trabalho foi utilizado o sistema de Lógica Fuzzy, para verificar a variação junto a bolsa de valores das commodities de carne frango e soja, fundamenta-se em determinar um grau de pertinência que indicará quanto um elemento pertence a um determinado conjunto. Com isto facilitar aos gestores que trabalham com esses produtos com um maior grau de análise quando é viável a negociação de tais insumos, apresenta o modelo de previsão da variação de preços, primeiro através do modelo clássico de Cadeias de Markov com matriz de transição calculada através de probabilidade condicional convencional. Em um momento seguinte apresenta-se o modelo baseado em estados e probabilidade condicional fuzzy e a discussão dos resultados.

Mussarra (2019), este trabalho utiliza os SBRF como ferramenta de aferimento do tempo de vida útil dos grandes transformadores de energia, que hoje são as commodities que mais

oneram um sistema operacional de energia, e ainda levando-se em conta a necessidade do uso de grande quantidade de energia, aliado a isso o risco e os prejuízos acarretados por uma eventual falha no sistema de energia elétrica, demanda cada vez mais encontrar ponto preponderantes que torne os sistemas cada vez mais eficazes e com o menor custo possível, a proposta da manutenção preditiva é fazer o monitoramento regular das condições dos equipamentos e instalações e, ainda, monitorar o rendimento operacional. Para conhecer, diagnosticar ou prognosticar eventuais problemas se tornou comum a adoção de sistemas de monitoração em tempo real. Segundo (MUSSARA, 2019 p. 19).

migração da manutenção preventiva para a preditiva. Como um grande transformador custa muito caro, da ordem de alguns milhões, eles são os primeiros equipamentos em que se opera essa mudança de manutenção, visto que, além de essenciais para as redes de transmissão e distribuição de energia elétrica, são em geral os maiores ativos de uma subestação.

Trabalho aplicado em sala de aula do ensino fundamental final. A proposta deste projeto foi aplicada no 8º ano do ensino fundamental.

Pissini (2019), neste trabalho é proposto a aplicação da teoria dos Conjuntos Fuzzy para melhorar e minimizar as margens de erros nos diagnósticos médicos. Sendo o ser humano um indivíduo ímpar ou seja não podem existir dois exatamente iguais, e assim como não existe dois seres iguais as reações a mesma doença podem ser desencadeadas de maneiras diversas de um ser para outro, cada organismo pode reagir de maneira particular a recepção e reação ao enfrentamento das enfermidades, ainda pode ser levado em consideração a possibilidade de outras enfermidades acometerem a mesma pessoa ao mesmo tempo, considerando ainda que quando vamos ao médico geralmente já tenhamos feito uso de algum medicamento, como antitérmicos ou analgésicos o que pode dificultar o trabalho do médico em chegar à uma conclusão, pois podemos ter a variação térmica alterada ou a dor diminuída, aumentando complexidade para um diagnóstico médico mais eficiente. Desde quando Zadeh publicou o primeiro trabalho introdutório ao conceito das aplicações com o uso da teoria dos Conjuntos Fuzzy, ela vem sendo utilizada em diversas áreas. Na medicina também se tem utilizado desta teoria como ferramenta de apoio aos diagnósticos de algumas enfermidades. A autora visa neste trabalho de revisão bibliográfica voltada para o diagnóstico de doenças respiratórias como, faringotonsilite viral, faringotonsilite estreptocócica, mononucleose e difteria; e utilizadas equações relacionais fuzzy para propor um modelo matemático de diagnóstico médico relacionando os sintomas ou sinais, coletados em tabelas e representados por matrizes, de vinte pacientes com essas quatro doenças. Segundo (PISSINI, 2019 p.15).

Diante de tantas incertezas a respeito dos sintomas observados nos pacientes, bem como a incerteza sobre a relação dos sintomas com uma determinada doença, o objetivo dessa dissertação é realizar um estudo bibliográfico e uma aplicação por meio

de relações fuzzy para auxiliar no diagnóstico de pacientes infectados com determinadas doenças do trato respiratório superior.

Zago (2019), este trabalho fora voltado a angústia de gestores escolares que lidam diariamente com situações que envolvem crianças, onde cada uma traz consigo uma carga emocional e comportamental, muitas delas com comportamento que em diversas vezes é negado ou não aceitos pelos pais e familiares, algumas delas com comportamentos que se assemelham a crianças portadoras do espectro autismo, como costumamos dizer para criar ou lidar com crianças não temos uma receita pronta e acabada. Dentro deste universo de incertezas, temos os diagnósticos comportamentais, que principalmente em crianças, não são nem de longe determinísticos, usar a palavra “Sim” ou “Não” passa a ser uma tarefa difícil e muitas vezes dolorosa. O desenvolvimento quase nunca é constante e padronizado, em muitas situações em que tinham que observar o comportamento da criança, dentre os principais comportamentos a serem observados tem-se: relações pessoais, imitação, resposta emocional, uso corporal, uso de objetos, resposta a mudanças, resposta visual, resposta auditiva, resposta ao uso do paladar, olfato e tato, medo ou nervosismo, comunicação verbal, comunicação não verbal, nível de atividade, nível e consistência da resposta intelectual e impressões gerais são as principais características a qual deve ser observada, com dever de fazer o melhor para essas crianças e ainda conversar com os familiares, estudar e conhecer melhor sobre o assunto é sempre uma estratégia, entender se uma criança não tem autismo, tem um autismo leve/moderado ou um autismo grave. Segundo (ZAGO, 2019 p. 14).

A proposta desenvolvida foi elaborar um Sistema Baseado em Regras Fuzzy para o diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista. Assim nosso resultado final foi um modelo matemático que chamamos de CARS-BR-Fuzzy, contendo as mesmas questões da escala original e obtendo os mesmos possíveis diagnósticos: sem autismo, autismo leve/moderado, autismo grave.

Silva (2018), apresenta um trabalho voltado a aplicar as regras da Lógica Fuzzy usando um ferramental abrangente que disponibiliza maneiras mais diversas de avaliar um aluno com base no exposto diariamente e em suas participações e em avaliações dissertativas e objetivas, avaliar sempre foi um calvário para professores que se sentem cada vez mais pressionados por regras que os obrigam a incluir em seu portfólio avaliativo um sistema que foge um pouco da utilização de avaliações com resultados exatos utilizados como parâmetro para aprovação, exemplo disso é o Ciclo de Formação Humano utilizado pelo Estado de Mato Grosso, onde a reprovação é quase que uma raridade, e quando acontece é mais por baixa assiduidade do aluno, método que obriga o professor a criar mecanismos de aprovação, como costumamos dizer dou nota até em um “bom dia” que o aluno me diz, brincadeiras à parte, avaliar nunca foi tarefa fácil e assim Silva usa do poderio dos princípios da Lógica Fuzzy. Ela é caracterizada pela incerteza,

pela dúvida. Nesse sentido, esse trabalho se utiliza desse aspecto da Lógica Fuzzy para implementar uma nova possibilidade para avaliações escolares, visto que existem diferentes tipos de avaliações e dentre estes, existem as avaliações objetivas, onde é minimizado ou até desconsiderado todo o raciocínio empregado pelo estudante até a marcação de determinada alternativa, observando apenas o resultado final de sua resposta.

Silva (2018), a proposta aqui é fazer um trabalho envolvendo problemas que podem ser abordado no âmbito das relações dispostas através da teoria dos Conjuntos Fuzzy, atividades que nos remetem ao mundo prático, numa perspectiva que seja acessível aos alunos do ensino médio de uma escola pública de Manaus, ou seja, modelar problemas que escapa da exatidão da lógica booleana, assuntos que têm um grau de pertinência mais parecido com a maneira humana de organizar os pensamentos, tentando levar o aluno a uma metodologia mais ativa, onde ele possa ser o protagonista de forma mais atuante no seu processo de aprendizagem, uma das atividades propostas neste trabalho foi o de elaborar questões que envolvem um fenômeno, que chama a atenção a milhares de pessoas, não só moradores de Manaus e região como pessoas do mundo inteiro, referindo-se ao encontro das águas dos rios Negro e Solimões, fenômeno que intrigam e encanta pela beleza e pela distância que ambos caminham lado a lado sem se misturarem, a título de curiosidade foram relatados alguns fatos que favorecem para o acontecimento desse fenômeno, como a diferença na acidez, na temperatura e na fluidez ou seja a velocidade que ambas possuem ao se encontrarem. Segundo (SILVA, 2018).

O objetivo deste trabalho é fazer com que os alunos utilizem a lógica fuzzy no seu cotidiano através de aplicações que eles deverão desenvolver a partir da teoria clássica dos conjuntos, passando pela lógica fuzzy e, através da modelagem matemática, modelar fenômenos por meio da subjetividade e conseguir interpretar as aplicações da lógica fuzzy em variadas situações.

Este trabalho busca desenvolver uma relação da Lógica Matemática trazendo-a para o mundo real em diversas situações de modo a mostrar a Lógica Fuzzy como uma ferramenta para solucionar esse tipo de problema.

Costa (2017), com o trabalho, Modelagem e Controle Fuzzy, no princípio da leitura deste texto pareceu um pouco confuso pois inicialmente não deixava claro a definição e o objetivo do enfoque principal do trabalho, pois ao mesmo tempo que o mesmo dizia ele ter como objetivo desenvolver um sistema que auxiliasse na tomada de decisões sobre aplicações financeiras com base a taxa SELIC, estudando quais são as variáveis levadas em consideração na hora das tomadas de decisões do Banco Central, ele também aplicou regras fuzzy para automação de um robô programado para manter distância de alguns objetos, com o desenrolar da leitura evidenciou então que o objetivo do presente estudo era mostrar a relevante

contribuição que a Lógica Fuzzy pode trazer em diversas áreas. O objetivo aqui é introduzir os conceitos fundamentais da Teoria de Conjuntos Fuzzy, da Lógica Fuzzy e de Sistemas de Inferências Fuzzy, de modo a permitir um contato inicial com este campo extremamente vasto, com aplicações nas mais diferentes áreas do conhecimento. As primeiras aplicações bem sucedidas situam-se na área de Controle, mas, desde então, tem-se verificado uma utilização crescente de sistemas fuzzy em outros campos, como, por exemplo, classificação, previsão de séries, mineração de dados, planejamento e otimização. Segundo (COSTA, 2017) Este trabalho têm como objetivo demonstrar a utilização da modelagem em lógica fuzzy na tomada de decisões, em particular na escolha da taxa SELIC de modo antecipado, utilizando alguns dos parâmetros que servem para a decisão pelo COPOM (Comitê de política monetária).

Quando iniciou-se os estudos sobre o temas fuzzy nem mesmo de sua existência era conhecida, quanto mais da sua vasta utilidade e mais ainda não eram do conhecimento o quanto estes conceitos se fazem presentes em nosso meio, pessoas próximas já começam a dizer tudo agora é fuzzy, a partir do momento que o entendimento sobre os conceitos fuzzy foram se refinando um pouco mais, foi que começou a perceber e prestar mais atenção de quanto ela está sendo utilizada em aparelhos eletrodomésticos que fazemos uso diariamente, como máquina de lavar roupas, chuveiro, fritadeira air fryer e tantos outros que poderiam aqui serem citados.

Marins (2016), trata de um problema que por vezes gera muitas dúvidas quando somos acometidos por uma dessas enfermidades, o tema “Diagnóstico médico por meio de relações fuzzy: dengue, Chikungunya ou zika”, embora médicos sejam profissionais preparados para o exercício da função, diante de tamanha a complexidade de tais diagnósticos não seriam eles a agirem em nível de prepotência e não se dar ao direito da dúvida diante de algumas situações. Campo do diagnóstico médico em uma enfermidade que em muitas vezes pose ser mortal, ter precisão o mais rápido possível pode ser o diferencial entre o viver e o morrer, baseados em premissas médicas e históricos de pacientes foi desenvolvido aplicando teoria da Lógica Fuzzy que auxiliassem na interpretação dos sintomas e exames no intuito de chegar com rapidez e diminuir as inconclusões que auto exames podem levar, doenças transmitidas pelo mosquito *aedes aegypti* além de ter diagnóstico confundido entre as três mais comuns dengue, chikungunya ou zika pode ser facilmente interpretada e confundidas com outras patologias, pensando nisso o autor, pretende mostrar o quão importante pode ser a Lógica Fuzzy, também conhecida como lógica difusa, para a Biomedicina enfatizando o processo incerto de diagnosticar várias doenças. Aqui, o foco são pacientes infectados pelo vírus de uma ou mais doenças (dengue, chikungunya ou zika) transmitidas pelo vetor *Aedes aegypti*, o "famoso" mosquito da dengue.

Laghetto (2016), este trabalho logo no início chamou atenção pois foi um câncer de pulmão que vitimou meu pai, e mais recente uma cunhada inclusive muito jovem tinha apenas 40 anos, a doença se apresentou de forma muito rápida e agressiva, inicialmente nos seios e rapidamente foi para a corrente sanguínea causando paralisia nas pernas e em seguida já veio a óbito, entre os primeiros sintomas e o óbito foram apenas cinco meses, não dando chance ao tratamento. Utilizando da modelagem computacional e regras fuzzy, para criar um mecanismo de regras que possibilita um indivíduo ter um certo grau de precisão na possibilidade de desenvolver tal doença, lembrando que se trata de uma doença silenciosa ou seja não há sintomas até que alcance um estágio mais avançado, quando muitas vezes já é um pouco tarde para o tratamento, baseado então em históricos como incidência de doenças pulmonares, tabagismo, histórico familiar, contato com produtos químicos, fora criado um trabalho modelado com dados de pacientes com histórico de tabagismos e outros que não eram adeptos do tabagismo. Segundo (LEGHETTO, 2016 p. 13).

Neste trabalho aproveitou-se da modelagem computacional com sistemas fuzzy para criar um modelo que estima o risco de um indivíduo desenvolver câncer de pulmão, ou seja, aplicou-se a teoria citada na área da medicina. Em seguida é feita uma aplicação do modelo considerando dois indivíduos com estilos de vida diferenciados.

Santos (2014), este trabalho tem como objetivo principal demonstrar a vasta gama de utilidades que a Lógica Fuzzy pode nos proporcionar, ele traz um referencial teórico que pode auxiliar em outros trabalhos que fazem uso da Lógica Fuzzy. O principal foco foi provar que ela pode ser empregada nos mais diversificados campos como, da educação, economia e indústria entre outras, por exemplo, dispositivos para controles químicos, dispositivos industriais, avaliação escolar, funcionamento de linhas férreas e entretenimento, são demonstrada algumas aplicações que foram desenvolvidas com a utilização das regras fuzzy, Na etapa final são apresentadas algumas aplicações, a primeira está ligada à computação dos dados referentes à avaliação de uma turma do ensino básico, a segunda mostra como programar um robô para desviar de obstáculos usando lógica Fuzzy.

Oliveira (2014), este trabalho propõe um aprofundamento na maneira de avaliarmos nossos alunos do ensino básico, levando se em conta quatro parâmetros de entrada, condições físicas da unidades escolar, a participação da família, qualidade dos professores e pôr fim a motivação dos alunos, cada parâmetro de entrada possui três variáveis linguísticas “pouco”, “médio” e “alto” a serem analisadas, gerando oitenta e uma matrizes na base de regras, tendo na Lógica Fuzzy uma poderosa ferramenta de análise do rendimento escolar, uma ferramenta para auxílio à tomada de decisão com relação a fatores que interferem no rendimento escolar.

Segundo (OLIVEIRA, 2014 p. 11) busca-se por meio deste trabalho apresentar a proposta de tomada de decisão a respeito dos fatores que interferem no desempenho escolar do aluno baseado na teoria Fuzzy.

### 2.3 OUTRAS CONTRIBUIÇÕES: EXPLORAÇÕES ALÉM DO ESCOPO DO PROFMAT

Neste artigo, (Aguado & Cantanhede) apresenta a Lógica Fuzzy e as ferramentas que ela pode oferecer para contribuir para a área da inteligência artificial, Jan Luasiewicz (1878-1956), utilizando-se do princípio da incerteza nos anos de 1920 afirmou que era admissível o uso dos conceitos vagos com um conjunto de valores não precisos, utilizando-se do princípio da incerteza. Em 1965 o professor Lofti Zadeh publicou o artigo Fuzzy Sets, a Lógica Fuzzy começou a se tornar conhecida, foi a primeira publicação que formalizava os conceitos sobre a lógica difusa ou lógica nebulosa, contrapondo o princípio booleano onde os termos clássicos de pertence ou não pertence a determinado conjunto, a visão de zero ou um começava a dar lugar a uma teoria mais aproximada da maneira de pensar e se expressar do ser humano, os termos pertence ou não pertence começa a ser interpretado de uma maneira mais flexível dando a eles um determinado grau de pertinência. De acordo com (AGUADO & CASTANHEDE, 2000) a teoria Fuzzy define a chamada Função de Pertinência (ou Grau de Pertinência)  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  do elemento  $x$  em  $\tilde{A}$ , onde  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  pode assumir valores reais não negativos, tal que o supremo seja finito. Esses valores pertencem ao espaço de pertinência  $M$ . Pois quando se considera problemas reais do mundo prático, nem sempre se consegue responder com exatidão matemática, as certezas absolutas nem sempre são muito claras.

Gayer (2017), este trabalho em primeiro momento se debruçou a resolver um problema específico de uma determinada bomba em uma indústria, pois com a competitividade do mundo globalizado gerir com mais precisão recursos que envolvem todo o processo industrial de uma empresa, minimizando os custos consegue-se maximizar os lucros, passa a cada dia ser mais primordial, modelando este problema com base em recomendações técnica do produto indicado pelo fabricante e a experiência dos funcionários responsáveis pela mesma, chegou-se a um software de fácil manuseio para os operadores do equipamento que dispensava conhecimentos avançados em Lógica Fuzzy e de tecnologia de informática. Segundo (GAYER 2017, p. 22) este trabalho traz um software intuitivo e de fácil manuseio por parte da equipe de manutenção sem que os mesmos necessitem de conhecimento profundo sobre os conceitos fuzzy. Observou-se também uma certa ausência de trabalhos nestes moldes voltados para o ensino médio e fundamental, geralmente eram aplicados a nível de graduação ou outros, foi proposto então a

alunos de um ensino médio técnico, “Apresentamos, então, uma aplicação de alguns conceitos fuzzy no ensino médio, desafiando os alunos a pensarem um pouco mais genericamente em relação aos conceitos clássicos que foram aprendidos.” Para este desenvolvimento, uma atividade preliminar de verificação dos conhecimentos de conjuntos clássicos foi realizada.

Almeida (2015), utilizando-se das ferramentas disponibilizadas pelos SBRF, desenvolveu um conjunto de regras onde fosse possível fazer uma predição sobre o mercado financeiro, foi elaborado um estudo sobre os dados históricos da Bolsa de São Paulo, para que fossem possível uma tabulação de dados que desse base e fundamentação para a construção do sistema fuzzy, apoiando nos seguintes indicadores técnicos: (i) RSI – Relative Strength Index, (ii) MACD – Moving Average Convergence/Divergence, (iii) Índice Beta, esses dados foram transformados em variáveis linguísticas que foram aplicados no Sistema de Controle Fuzzy, servindo como base na formulação das regras de predição do mercado futuro da Bolsa de Valores, os ativos utilizados como base foram os das empresas PETR4 e VALE5 para as simulações, o modelo demonstrou dados coerentes e confiáveis em acordo com as movimentações de mercado.

Monte (2020), neste trabalho o autor buscou mostrar a importância e a utilidade que tem levado ultimamente tantos profissionais do ramo estatístico a aplicar a Escala Likert em trabalhos das mais diversas áreas de pesquisa, para mensurar a opinião humana, indo um pouco na contramão deste trabalho que utilizou Escala Likert para obter os dados que posteriormente foram tabulados através da fuzificação e defuzificação usando o ferramental disponibilizado pela lógica difusa, de acordo com (MONTE, 2020) neste trabalho são apresentadas algumas estratégias da literatura que buscam aprimorar a Escala Likert Clássica por meio da Teoria de Conjuntos Difusos. A fim de verificar se as Escalas Likert Difusas são mais satisfatórias que a Escala Likert Clássica. O autor usou da Lógica Fuzzy em busca de encontrar um maior equilíbrio que desse mais respaldo ao seu trabalho, onde o objetivo principal era mostrar a utilidade da Escala Likert no trato de variáveis com cunho um pouco mais humana, onde nem sempre as respostas são precisas ou seja possíveis de serem tabuladas através da lógica booleana. Quando estamos no referindo a opinião de seres humanos o nível de complexidade que podem ser expostos ficam limitados quando aplicamos questionários quantitativos, ou podem ficar muito complicados se usarmos entrevistas qualitativas, pois a variação de respostas que podemos obter pode inviabilizar a tabulação dos dados obtidos.

Dalmoro & Vieira (2013) fizeram um estudo sobre a utilidade da Escala Likert, também abordaram alguns pontos fortes e fracos que a falta de experiência na sua manipulação pode acarretar no momento de tomadas de decisões ao aplicar um questionário. Eles demonstraram

a facilidade que a Escala Likert apresenta ao público respondente em compreender o que está sendo perguntado, a rapidez com que pode ser respondido, para os entrevistadores fica evidente a facilidade em compreender as respostas obtidas e a tabulação dos resultados, chamando a atenção para um detalhe quando formos formular os questionário em relação a quantidade de opções de respostas, sendo que a Escala Likert pode ter uma variabilidade entre 2 e 7 opções de respostas, sendo a de 2 opções muito simplória, simples para responder mais pode deixar de apanhar opiniões mais precisas dos entrevistados, a com 7 respostas dá um leque de opções maior para os entrevistados exporem suas opiniões e ponto de vista sobre os temas, mais por outro lado é um pouco mais complicado ao entrevistador fazer a interpretação e tabulação do dados finais, sendo então da 5 opções de resposta as que se mostraram mais simples para os respondentes e mais eficientes para os entrevistadores, faz um apanhado de detalhes mais precisos dando a pesquisa maior credibilidade. Segundo (DALMORO & VIEIRA, 2013).

Os resultados revelaram que a escala de três pontos é menos confiável e tem menos capacidade de demonstrar com precisão a opinião do entrevistado, mas foi considerada a escala mais fácil e veloz. A escala de cinco pontos teve, em média, a mesma precisão e mostrou-se mais fácil e mais rápida que a escala de sete pontos.

Soares (2011), faz uma busca para tentar responder uma inquietude pessoal sua, ela tentou buscar respostas, para a pergunta, como se realizam as tarefas de casa propostas por escolas e professores, fez um estudo minucioso a bibliografias e documentos referente ao assunto, foi a campo estruturou entrevistas, ouviu familiares e responsáveis por alunos, ouviu professores e outros profissionais envolvidos com a educação e também deu voz a alunos, querendo saber de todas as partes envolvidas como eles viam as atividades extraclasse e qual era a importância que eles viam nessas atividades, baseado no que diz a constituição que a educação e dever da família e da escola, apurou ainda que ficam familiares, professores e outros responsáveis pelo ensino condenados a assumirem a responsabilidade para que os estudos extraclasse aconteçam. Por parte dos alunos sentiu que embora muitos achem importante a realização dessas atividades para uma melhor compreensão dos conceitos abordado na caminhada acadêmica, eles se sentem pressionados por professores e pais, e acabam realizando mais pela pressão do que pelo prazer em fazer e aprender. Por fim ela faz um relato inconclusivo pois embora tenha despendido muito tempo e estudo na realização dessa pesquisa não foi possível chegar uma conclusão precisa da importância da realização das atividades extraclasse também chamadas de tarefas de casa.

Matsumoto (2015), com o ensejo de salientar a necessidade e a importância que há no estudo extraclasse, o autor preocupou-se em fazer um trabalho que evidenciasse a relevância de

se criar o hábito de estudos fora da sala de aula, mais a preocupação aqui não se limitou apenas em fazer relatos sobre os reflexos negativos ou positivos que tais hábitos podem causar ou deixar de causar. Aqui o autor tentou buscar soluções amparadas no uso de tecnologias acessíveis para desenvolver ambientes virtuais que chamasse a atenção do público em questão e tornasse as atividades extraclasse mais prazerosa, buscando fugir da obrigatoriedade, onde o aluno se vê pressionado, forçado por professores e pais a se empenharem nessas atividades. Dois produtos foram desenvolvidos “um estudo dirigido no formato PowerPoint (executável) e um ambiente Moodle”. O primeiro produto por não ser muito prático a adesão dos alunos foi considerada muito baixa, sendo aplicado em duas escolas com públicos diferenciados uma escola particular e outra pública urbana, fora feito uma nova tentativa gravando o produto em um CD, foi mais uma tentativa frustrada. O projeto foi mantido até que se conseguiu subsídios necessários para o desenvolvimento do segundo produto, estruturado em formato de aplicativo para smartphones e tablets, onde chegou à criação de um ambiente virtual de estudo no Moodle, “baseado em vídeos, materiais em pdf, fóruns de discussão e estudo dirigido baseado em hiperlinks.” Esse produto foi dirigido para a aplicação em duas escolas que também tinham públicos diversificados sendo uma escola privada e uma escola pública federal da zona rural. Houve uma maior adesão por parte dos alunos da escola pública rural.

Bzunech, Megliato & Rufini (2013), os autores buscam neste artigo fazerem um analogia a importância da atividades realizadas no período extraclasse, fazendo um estudo centrado na pessoa, tipificando basicamente quatro tipos de comportamento: (i) alunos com motivação autônoma, ou seja aqueles que realizam as atividades por acharem essenciais para a sua formação e complementação da aprendizagem; (ii) motivação autônoma controlada, motivação controlada é quando ocorre alguma iniciativa do próprio aluno, ele sente alguma necessidade em estar desenvolvendo as atividades extraclasse, por verem nelas um pouco de importância para o seu aprendizado, ou por não quererem tirar notas baixas, mais com uma certa pressão e controle de pais e professores; (iii) motivação controlada quando as tarefas são executadas apenas por pressão dos pais ou professores, geralmente ocorre aqui um pouco da teoria Behaviorista de Skinner, onde o aluno desenvolve para evitar algum tipo de punição ou para ganhar certo privilégio; (iv) baixa motivação, quando ocorre o total desinteresse em realizar qualquer atividade acadêmica no horário de contraturno, aqui geralmente há uma total omissão dos responsáveis que pode ser por negligência, falta de tempo ou despreparo em acompanhar as atividades acadêmicas ou e os alunos não vêem nenhuma necessidade em dedicar algum tempo do seu dia em estudar, também não vêem relevância alguma nas atividades propostas por professores, foi escolhida a disciplina de Matemática por ela apresentar um índice

maior de atividades sem serem feitas, este trabalho foi desenvolvido com alunos de escola pública que cursavam o 7º e 8º, notou-se também um índice mais baixo de entrega dessas atividade em alunos do sexo feminino.

Andrada, Oliveira, Cruz, Correia & Paiva (2022), as autoras buscam embasarem-se na perspectiva da Psicologia histórico-cultural buscando investigar aspectos que possam estar causando o desinteresse dos alunos pela escola e de que forma a Psicologia Escolar Educacional pode tentar entender esse fenômeno e assim tentar reverter o atual cenário em que estamos inseridos com a Educação, a motivação para o desenvolvimento desse artigo se deu a partir das experiências da professora responsável pelo projeto e de seus alunos estagiários em Psicologia Escolar, que se incomodaram com tantos relatos de desinteresse pelos estudos e pela escola. Experiências como estarem trabalhando em ambientes onde alunos permanecem conectados aos aparelhos de celulares geralmente fazendo uso do fone de ouvido, envolvidos em rodas de conversas que não tem nada a ver com o conteúdo exposto pelos professores, muitos com as costas viradas para o professor demonstrando um total desrespeito não só pelo professor mais também com os colegas e com eles próprios, fazendo bagunça, muitos professores relatam até mesmo parecerem ser invisíveis. Essas atitudes foram o fator motivacional que levou as autoras a tentar desvendar o que causa esse comportamento.

Kumon (2023), muitas vezes ficamos a pensar quantas horas teríamos que empenhar nos estudos para alcançarmos algum objetivo, mais sem a orientação correta muitas vezes podemos cometer alguns erros que podem enfadar-nos ao fracasso, como estudar tempo de menos, estudarmos muitas vezes sem organização, sem estipularmos metas ou organizar cronogramas, e até mesmo estudarmos tempo demais na ânsia de cumprirmos determinadas tarefas e alcançarmos os nossos objetivos acabamos por extrapolar os nossos próprios limites, impulsionados pelo desejo de absorvermos conhecimentos e nos destacarmos como estudantes ou profissionais. Baseado neste contexto, profissionais do Kumon Brasil trabalharão na execução de um guia dando dicas de memorização e controle do stress, para auxiliar estudantes a alcançarem seus objetivos de maneira mais equilibrada, dinamizando o tempo dedicado aos estudos e procurando equilibrar o tempo dedicado aos estudos e os momentos destinados ao relaxamento, dando até algumas dicas de atividades de relaxamento que podem ser empregadas nos intervalos dos estudos, lembrando que estudar de mais sem as devidas pausas para a reposição do nosso físico e da nossa mente pode nos enfadar ao fracasso, causadas pela baixa produtividade.

Ciampo (2012), a má qualidade do nosso sono pode causar diversos danos que são silenciosos e vai afetando o nosso físico e o nosso cérebro aos poucos, raramente nos damos

conta de que estamos com nossa pré-disposição afetada pela rotina atribulada ao qual muitas vezes somos submetidos para podermos alcançar metas e objetivos, o sono é uma condição vital ao funcionamento do nosso organismo, o sono de mal qualidade causa geralmente de imediato cansaço no dia seguinte, mau humor, irritação, uma grande pré-disposição a nos envolvermos em acidentes entre tantas outras causas que poderia ser citada; a médio e longo prazo pode nos levar a insônia, depressão, obesidade pois geralmente as pessoas que possuem insônia costumam se alimentar de maneira errada e ainda costumam desenvolver o hábito de assaltar a geladeira à noite, chegando até as consequências mais graves que leva muitas pessoas a cometerem o suicídio. “O sono é uma condição fisiológica caracterizada por um estado comportamental reversível com modificações do nível de consciência e da responsividade a estímulos e desempenha papel fundamental relacionado com as alterações eletrofisiológicas, neuroquímicas e anatomofuncionais do cérebro. É controlado por mecanismos homeostáticos e cronobiológicos e intensamente relacionado com os períodos de vigília.”

Conscientizar alunos e profissionais da importância de uma noite de sono que tenha horas suficiente e com boa qualidade para reposição das nossas necessidades fisiológicas, foi o que motivou Ciampo a dedicar-se a escrever este artigo, é comum pensarmos que quando não dormimos horas de sono suficiente durante à noite podemos fazer a reposição deste tempo durante o dia ou em finais de semana, vamos dizer que sim é melhor do que não fazermos a reposição, mais chamo aqui a atenção para um detalhe, não pense você que a qualidade deste sono dormindo em horas que não são as mais adequadas será o suficiente para repor todas as nossas necessidades fisiológicas, e quando se trata de adolescentes lembramos que são muitas as obrigações, entretenimentos e compromissos sociais que os levam a trocar a noite pelo dia. Para iniciarmos um trabalho temos que aos poucos ir tentando conscientizar as pessoas principalmente pais e adolescentes do risco a saúde que uma mal higiene do sono pode acarretar em nosso organismo.

Paraginski (2014), relata em seu artigo como é vital para o bom funcionamento do organismo do ser humano uma boa higiene do sono, deixando bem evidente a diferença de horas de sono dormidas versus horas de sono dormidas com qualidade, segundo ela é comum pensarmos que podemos fazer a reposição das horas de sono perdidas durante a noite em outros momentos que nos for convenientes, quando temos algum compromisso durante a noite e ficamos até a madrugada acordado ou perdemos o sono por diversos motivos, tentamos recuperar de alguma maneira, mais para termos uma noite de sono com boa qualidade temos que ter o perfeito equilíbrio dos nossos hormônios, e quando falamos em sono, falamos em melatonina o popular hormônio do sono, quando tentamos fazer essa reposição durante o dia a

produção de melatonina por mais que nos tranquemos em quartos escuros não será a mesma, nesses horários nosso corpo tende a produzir o cortisol outro hormônio essencial para a nossa sobrevivência porém a função dele não é o de nos deixar sonolentos a ponto de pegarmos no sono, o cortisol é o hormônio que nos proporciona adrenalina, e quando não dormimos ou dormimos fora do horário adequado desequilibramos esses dois hormônios, propiciando a produção de cortisol, ficamos com os níveis de melatonina muito baixo e a tendência é cada vez mais sonolência durante o dia, irritação, propensão a acidentes, raciocínio lento entre tantos outros sintomas que poderiam ser citados. O que motivou Paraginski a elaborar esse artigo foi a conscientização sobre a boa higiene do sono.

Ramalho (2015), o que motivou a escrever este trabalho foi fazer um estudo mais aprofundado a respeito da relação entre, a duração e a qualidade do sono com os sintomas de sonolência diurna apresentada em adolescentes, verificando o aumento do risco de doenças cardiovasculares, usando como indicador para o delineamento da pesquisa o “score Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY)” (pontuação Determinantes Patobiológicos da Aterosclerose em Jovens). Indicadores de distúrbios do sono em adolescentes.

Estudo realizado em escolas públicas de Campina Grande-PB, envolveu 563 estudantes com idades entre 15 a 19 anos, entre os anos de 2012 e 2013, neste trabalho foi levado em consideração os fatores como: “dados sociodemográficos, idade, sexo, cor da pele, classe econômica e escolaridade materna”. Fazendo uma verificação das seguintes variáveis: “tabagismo, atividade física e sedentarismo; clínicos: peso, altura, índice de massa corporal e pressão arterial; bioquímicos: glicemia, hemoglobina glicada HbA1c, colesterol HDL e colesterol não-HDL; variáveis de sono: duração, qualidade do sono (Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh) e sonolência diurna excessiva (Escala de Sonolência de Epworth) e a relação com o score PDAY e seus componentes”.

### **3 QUALIDADE DO SONO, ESTUDO EXTRACLASSE E DESEMPENHO ESCOLAR: UMA BREVE REVISÃO**

Neste capítulo será feita uma abordagem sobre a correlação que existe entre as funções do sono e dos estudos extraclasse em função de um bom desempenho escolar.

O sono desempenha papel fundamental em nossas rotinas diárias, aqui ficará evidente que quando estamos tratando do nosso sono não podemos levar em consideração apenas as horas de sono dormidas é lógico que essa quantidade é muito importante, mais tão importante quanto a quantidade é também a qualidade, a qualidade e a quantidade de sono desempenham um papel fundamental em nossa saúde e bem-estar geral, é essencial para o funcionamento adequado do nosso corpo, durante o sono nosso corpo repara tecidos, consolida a memória e regula os hormônios. O sono adequado fortalece o sistema imunológico, melhora o desempenho cognitivo e reduz o risco de desenvolvermos doenças crônicas, como diabetes, obesidade e doenças cardíacas.

É crucial então priorizarmos o sono em nossas vidas, criar uma rotina regular de sono, estabelecer um ambiente propício para dormir, evitar o uso de dispositivos eletrônicos antes de dormir e adotar práticas de relaxamento, como meditação ou respiração profunda, para ajudar a induzir o sono, priorizar o sono adequado em nossas vidas é fundamental para garantir uma vida saudável e equilibrada.

Não menos importante que o sono as horas dedicadas aos estudos extraclasse são fundamentais, para o bom desenvolvimento escolar na assimilação e absorção dos conteúdos e conceitos abordados, quando o estudante faz um estudo prévio do que será abordado em sala de aula ele já vai com pré-requisitos fundamentado para enriquecer a discussão dos assuntos a serem abordados, quando faz o estudo pós sala de aula ele aproveita para compreender alguns pontos que talvez no momento da aula passou despercebido, aproveita também para estudar no seu tempo, entender a sua maneira.

#### **3.1 QUALIDADE DO SONO**

O sono é algo inerente e natural a todo ser humano, presente desde o nosso nascimento. No entanto, mas se é algo comum a todos nós durante todo o nosso processo de existência, muitos de nós não compreendemos o suficiente sobre a sua importância e seus efeitos no nosso cotidiano ao longo da vida. Por exemplo, quantas horas de sono são realmente necessárias em cada estágio da vida humana.

É bastante comum por exemplo aos finais de semana dizermos “amanhã como não vou

trabalhar vou aproveitar e dormir até mais tarde”. Esse estilo de vida acelerado imposto pela competitividade da globalização, aliado à correria social na qual nos inserimos é agravada pela quantidade de aparelhos eletrônicos, com destaque para o celular. Esses dispositivos acabam por nos distrair e ocupar várias horas que poderiam ser dedicadas ao nosso repouso, comprometendo assim nosso sono efetivo.

Devo admitir que, até recentemente, não dei muita importância à minha rotina ou à qualidade do meu sono. Durante um período da minha vida, exerci uma profissão que desregulava completamente minha rotina diária. Quando podia dormia até tarde, mas, na maioria dos dias era necessário acordar muito cedo e dormir muito tarde, resultando em horários irregulares de descanso.

Algumas pessoas são matinais, gostam de acordar cedo, começando o dia com energia e prontas para enfrentar desafios. Por outro lado, há aqueles que são mais tardios e não apreciam acordar cedo, preferindo hábitos mais vespertinos. Eles tendem a se sentir mais alertas e produtivos durante as horas da tarde e da noite. É verdade que muitas vezes somos influenciados a ajustar nossas rotinas de acordo com as exigências do trabalho e compromissos sociais. No entanto, é importante considerar as pessoas com hábitos mais vespertinos, muitas vezes rotuladas como preguiçosas, podem ter fatores biológicos que expliquem seu comportamento.

O nosso corpo sempre tende a organizar nossas funções fisiológicas em função do relógio em período com duração de vinte e quatro horas, por mais que as vezes tentamos em algumas etapas da vida exercer alguma resistência não tem jeito acabamos cedendo as necessidades básicas, como horário de dormir, acordar, nos alimentarmos e outros, pois é comum sentirmos fome e sono geralmente nos mesmos horários todos os dias, a esse ciclo que o nosso organismo acaba modelando em função dos compromissos que devem ser desenvolvidos e as horas livres para assuntos particulares e o descanso é denominado “ciclo circadiano”.

O ritmo circadiano é a maneira que nossas funções são organizadas como dia trabalho, noite sono nas vinte e quatro horas que duram um dia, pessoas matutinas tendem a ter um ciclo circadiano que dura menos de vinte e quatro horas, pessoas vespertinas tem duração do ciclo circadiano que dura um pouco mais de vinte e quatro horas, mais o efeito da luz e os compromissos sociais acabam modelando em ciclos de vinte e quatro horas, a nossa temperatura corporal também diminui durante a madrugada e volta a subir próximo da hora de levantarmos, como isso acontece todos os dias a nossa temperatura também se adequa ao ritmo circadiano.

A maioria de nós acabamos por sermos regulares aos horários sociais, ou seja levantamos entre seis e sete horas da manhã para começarmos a trabalhar entre as sete e oito horas, essa expressão rítmica individual ao qual nosso corpo acaba se adaptando

individualmente ao padrões biológicos chamamos de cronotipos, ou seja acabamos sendo a maioria do cronotipos que, levantamos entre as seis e sete horas, trabalhamos até as dezenove horas e vamos dormir por volta das onze horas, sendo esse o padrão mais comum.

Segundo (BELLUSCI, 1996 p. 120), alguns indivíduos acordam bem-dispostos no início da manhã: são chamados de matutinos; outros só acordam bem-dispostos no fim da manhã, após as 9 horas: são chamados vespertinos.

Os cronotipos na população tem influência genética mais também somos influenciados pelo ambiente, as preferências pelos estilos matutinidadade e vespertinidadade vão variando conforme a idade, os bebês tem hábitos mais matutinos enquanto os adolescentes optam por hábitos mais vespertinos, conforme vamos adquirindo idade temos a tendência a nos tornarmos mais matutinos, o ápice de vespertinidadade geralmente ocorre nas mulheres aos dezenove anos e nos homens aos vinte e um anos, depois dos cinquenta anos as pessoas começam a se aproximar da matutinidadade primeiro as mulheres depois os homens.

A diferença entre o tempo cronológico (relógio do sol) e o relógio social (tempo local), chamamos de “jat lag”, muito comum acontecer quando viajamos ou acontece mudança de horário, acostumamos sentir sensações estranhas no nosso corpo que são muito variadas de pessoa para pessoa, algo muito corriqueiro que até então não tinha prestado atenção é o despertar da segunda feira, como sempre esticamos um pouco mais a estadia na cama aos finais de semana, ocorre que na segunda-feira como costuma ser o primeiro dia de compromissos como trabalho, estudos e outros na semana acabamos por sentir uma certa resistênciade ou mesmo preguiçade de levantarmos, isto está diretamente ligado jat lag, ou seja uma breve mudança de comportamento que já faz com que o nosso corpo reaja de maneira a resistir e querer permanecer na cama por mais alguns instantes. Segundo (PARAGINSKI, 2014)

Nós temos um oscilador central localizado no nosso cérebro e que vai regular a expressão desses genes nos seus neurônios de acordo com a presença ou ausência da luz. Esse é o relógio biológico principal, chamado Núcleo Supraquiasmático (NSQ)", relata a professora do curso de Biologia da UCS e PhD em Cronobiologia Humana, Giovana Dantas de Araújo.

Logo jat lag é uma diferença que existe entre o relógio biológico comum a cada ser individualmente e o relógio dos compromissos sociais.

Melatonina x cortisol, hormônios responsáveis pela regulação do nosso ciclo circadiano, que estão diretamente interligados ao nosso bem-estar, a melatonina hormônio que também tem o apelido carinhoso de hormônio do sono, é produzida pela glândula pineal, essa glândula trabalha de maneira a ser incentivada com a ausência da luz, ela encontra-se localizada no cérebro, quando a retina dos nossos olhos ficam expostas a presença da luz, podendo ela ser natural ou artificial, automaticamente são enviados sinais para que a glândula pineal interrompa

a produção de melatonina, por isso para que tenhamos noites de sono mais restauradoras e revigorantes, é primordial que tenhamos ambiente que as propicie, algum tempo antes do horário de irmos para a cama é essencial que já comecemos uma preparação, como evitar ficarmos expostos a luzes fluorescentes ou de aparelhos eletrônicos como televisores, computadores e celulares, termos um ambiente confortável, escuro e levarmos em conta o nosso ciclo circadiano ou seja mantermos os hábitos de horários.

Segundo (BELLUSCI, 1996 p. 120) A luz intensa inibe a produção do hormônio melatonina, mantendo o indivíduo em estado de vigília, enquanto a ausência da luz aumenta a produção de melatonina e o indivíduo tende a sentir sono.

Cortisol, conhecido como o hormônio do estresse, é secretado pelas glândulas adrenais que se localizam logo acima dos rins, em resposta a situações de estresse físico ou psicológico. O cortisol tem uma relação inversa com a melatonina, ou seja, quando o cortisol está alto, os níveis de melatonina estão baixos, e vice-versa. Isso ocorre porque o cortisol é responsável por nos manter acordados, alertas e preparados para lidar com situações de estresse, durante um ciclo normal de sono, os níveis de cortisol devem ser baixos durante a noite, permitindo que a melatonina entre em ação e promova o sono. No entanto, em pessoas que sofrem de estresse crônico, os níveis de cortisol podem permanecer elevados, interferindo na produção de melatonina e dificultando a obtenção de um sono de qualidade. Portanto, é importante manter um equilíbrio saudável entre os níveis de melatonina e cortisol para garantir uma boa qualidade de sono.

Algumas medidas que podem ajudar a regular esses hormônios incluem criar um ambiente propício para o sono, com um ambiente escuro e tranquilo, evitar o uso de dispositivos eletrônicos antes de dormir, ter uma rotina regular de sono e adotar técnicas de relaxamento para controlar os níveis de estresse ao longo do dia. Trata-se de um hormônio que nos ajuda a relaxar, induzindo o sono e regulando o ciclo sono-vigília. Não à toa, é justamente conhecido como o "hormônio do sono". Isso que acabamos de abordar acima é uma regra geral para pessoas de todas as idades, não estamos fazendo distinção entre crianças, adolescentes, adultos e idosos.

Em cada etapa da nossa existência desenvolvemos hábitos diferentes a cada necessidade exigida por cada etapa, quando somos nenê temos um ritmo de dormirmos por mais ou menos 16 horas diárias e somos matutinos, quando vamos chegando mais próximos da adolescência ficamos mais vespertinos, alcançando o ápice da vespertinidade em média aos dezenove anos para as mulheres e aos vinte e um anos para os homens, a partir dos cinquenta anos vamos tendendo a ficar mais matutinos primeiro as mulheres e depois os homens, mas em particular o

que interessa nessa pesquisa são tipos de comportamentos adotados pelos adolescentes que são o objeto de pesquisa.

Durante a fase da adolescência o corpo sofre várias mudanças e o sono desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e manutenção da saúde adequado e necessário que são fundamentais a essas transformações, razões essas que veremos no desenvolver desse capítulo. Neste período acontecem as maiores mudanças significativas na formação do ser humano, fisicamente sofremos transformações repentinas como rápido crescimento, formamos a nossa tonalidade de voz, desenvolvemos outras partes como nascimento da barba, geralmente ocorre a primeira menstruação nas meninas, levando se em conta que concomitantemente estamos passando por um período de desenvolvimento cognitivo dos mais complexos pelos quais a maioria de nós iremos vivenciar, pois estamos carregados por compromissos acadêmicos que são rotineiro as tarefas escolares.

Muitos já estão começando a desenvolver uma carreira profissional ou começando a escolha por qual caminho devem seguir, pressões dos familiares, também é muito comum quanto ao que devemos priorizar neste momento, estres acumulando a vida social cada vez mais atribulada, horas e horas despendidas frente aos aparelhos de celulares dedicado a momentos de lazer e inclusão as redes sociais. Para que tudo isso ocorra na mais tranquila normalidade o sono adequado tem papel fundamental, ele libera hormônios que são vitais para o crescimento e reparo dos tecidos, essencial para o crescimento ósseo, desenvolvimento muscular e a consolidação da memória e processos cognitivos. Segundo (FERREIRA & FARIAS).

Em geral, a adolescência é a fase de transição entre a infância e a vida adulta, inicia-se com as mudanças corporais da puberdade, e termina com a inserção social, profissional e econômica na sociedade, caracterizada pelos impulsos do desenvolvimento físico, mental, emocional, sexual e social e pelos esforços do indivíduo em alcançar os objetivos relacionados às expectativas culturais da sociedade em que vive.

A privação do sono pode levar a problemas de saúde mental, como depressão, ansiedade e irritabilidade, o sono insuficiente também pode afetar a capacidade de concentração, aprendizado e desempenho acadêmico, tem um impacto direto na saúde do sistema imunológico, durante o sono, o corpo produz e libera citocinas, que são proteínas que ajudam a combater infecções e inflamações, a falta de sono adequado pode enfraquecer o sistema imunológico e aumentar o risco do desenvolvimento de doenças como: problemas cardiovasculares, pressão alta, obesidade entre outras. O sono adequado é crucial para atletas adolescentes, é durante o sono que ocorre o reparo muscular, a recuperação do corpo e a consolidação das habilidades físicas, a falta de sono pode levar a um desempenho atlético reduzido, maior risco de lesões e tempo de recuperação mais prolongado.

Os pais e cuidadores desempenham um papel importante em ajudar a estabelecer rotinas e garantir que os adolescentes tenham um ambiente propício para o sono, é essencial uma orientação que esclareça aos adolescentes a importância que há em manter uma rotina de sono regular e saudável para promover um desenvolvimento sadio e adequado, incentivando-os para que estabeleçam e mantenham uma rotina em que os adolescentes durmam de 8 a 10 horas por noite. Segundo (CIAMPO, 2012).

Trabalhar com o adolescente de modo que entenda conceitos como “horas de sono perdidas não são recuperadas” e que os períodos de sono posteriormente programados não irão compensar uma noite mal dormida é a chave para se iniciar uma boa higiene do sono.

Aqui será aberto um parênteses para falar daquilo que talvez seja a parte mais delicada pela qual estamos passando e não podemos ficar alheios a isso, que são a influência dos aparelhos eletrônicos, levando-se em conta a influência significativa no ritmo circadiano dos adolescentes devido à exposição à luz azul emitida por esses dispositivos, a luz azul suprime a produção de melatonina, um hormônio que regula o sono, dificultando o adormecimento e afetando a qualidade do sono, tentar proibir já sabemos que não é a melhor maneira pois não podemos despender vinte e quatro horas de vigiância, esperemos que conversar sempre orientado sobre os riscos que os mesmos podem acarretar ainda deve ser solução mais adequada, pois o uso excessivo de aparelhos eletrônicos à noite pode levar à chamada "falta de sono", onde os adolescentes não conseguem dormir o suficiente devido ao uso prolongado desses dispositivos, isso resulta em sonolência diurna, dificuldade de concentração, irritabilidade e alterações de humor, além disso, os aparelhos eletrônicos podem levar a comportamentos noturnos prejudiciais, como adiar o horário de dormir para usar dispositivos, o que pode levar a uma rotina de sono irregular.

O uso excessivo de dispositivos eletrônicos também pode levar a vícios e dependência, tornando ainda mais difícil para os adolescentes reduzirem o tempo de exposição. É importante que os adolescentes estabeleçam limites saudáveis para o uso de dispositivos eletrônicos antes de dormir, como limitar o uso de telas cerca de uma hora antes de dormir e evitar levá-los para o quarto, é recomendado manter um ambiente propício ao sono, com temperatura adequada e um ambiente escuro para promover uma boa qualidade de sono. Segundo (CIAMPO, 2012).

Deve ser lembrado que o adolescente vive em um mundo desafiador, dinâmico e estimulante, que oferece informações ininterruptamente, competindo com as orientações que o hebiatra pode fornecer. Nesse momento, é fundamental que os profissionais estabeleçam uma ótima relação com os seus pacientes e que prevaleça o diálogo franco e responsável.

Hebiatra é um médico clínico geral que trabalha concentrado na especialidade da

adolescência, ele também pode fazer o acompanhamento psicossocial.

### 3.2 ESTUDO EXTRACLASSE

Estudar no contraturno escolar sempre foi considerado de suma importância entre pensadores que pesquisam sobre a educação, professores e profissionais envolvidos com a educação, pois ao estudar em casa são muitos os benefícios que poderão ser adquiridos pelos estudantes, entre esses podemos destacar, uma melhor fixação dos conteúdos quando o aluno volta a rever conceitos já abordados pelo professor em sala de aula, conhecimentos prévios se caso ele dedique um tempo para fazer um estudo sobre conteúdos que serão abordados em sala em uma aula futura, assim ele já chega a sala de aula com um conhecimento significativo dos temas que serão estudados, atividades extraclasse auxiliam as crianças e adolescentes a desenvolverem uma maior autonomia, aprendem a lidar melhor com a gestão do tempo, tornam-se pessoas mais responsáveis fixam melhor as habilidades de controlar melhor suas emoções e o humor, tendem a ficarem mais concentradas e terem maior poder de memorização além de adquirirem melhor disposição, pois aprendem a valorizar mais fatores como o bem-estar dando mais importância ao tempo que deve ser destinado as horas de descanso e repouso, a ideia de que o aluno tenha que desenvolver o hábito de estudar em casa e desenvolver interesse pelos temas didáticos remonta a tempos que não são muito recentes. De acordo com (SILVA & PAGNI, 2007).

Embora o conceito de educação ativa/metodologia ativa seja recente, seus pressupostos já são há muito tempo defendidos. Sócrates (469-399 a.C.) já compreendia e defendia a importância do homem como sujeito ativo na construção do conhecimento. O filósofo propunha o diálogo para induzir o interlocutor a pensar, agir e refletir.

Ao estudar em casa, o aluno tem a oportunidade de revisar os conteúdos recebido nas aulas e fortalecer os conceitos aprendidos. Isso acontece porque, durante as aulas, muitas vezes é necessário acompanhar o ritmo da turma e há menos tempo disponível para aprofundar em determinados temas. Em casa, por outro lado, o estudante pode revisar as matérias com calma, tirar dúvidas e até mesmo explorar outros recursos, como livros, vídeos, exercícios extras e recursos tecnológicos, para aprimorar seu conhecimento e ampliar os conhecimentos em diferentes áreas, um fator importante que acontece paralelo a esses estudos, são: criação de rotinas de estudo, autonomia sobre o próprio tempo, pois oportuniza o aluno escolher se estuda sozinho ou em grupo, ou até mesmo mesclar esse tempo em estudos individuais ou grupos. Alguns preferem estudar sozinhos pois se sentem mais confortáveis, vão no seu próprio ritmo, em outros momentos estudar com a ajuda de colegas pode ser mais promissor levando-se em conta que sempre há aquele aluno que tem certa facilidade em determinada disciplina, tornando-

os mais comprometidos e responsáveis, segundo (MATSUMOTO, 2015).

Assim, antes de determinada aula, é necessário que o aluno dedique algum tempo para estudar, mantendo contato de forma introdutória com o conteúdo que será ministrado, como se fosse um prólogo. Depois da aula ele pode manter um diálogo mais aprofundado com seu material didático, conectando aquilo que está lendo ou assistindo com aquilo que foi discutido na Escola.

Quanto à quantidade de horas dedicadas ao estudo em casa, não há uma regra fixa e imutável. O ideal é que cada aluno encontre seu próprio ritmo, levando em consideração suas necessidades individuais, o nível de dificuldade das matérias e as demais atividades do dia a dia, cada aluno tem seu próprio perfil de aprendizado e que pode variar de uma disciplina para a outra, e isso influencia na sua capacidade de concentração e assimilação do conteúdo. No entanto, alguns especialistas recomendam que seja reservado um tempo diário para o estudo em casa, variando de acordo com a série em que o aluno se encontra. Em média, alunos do ensino fundamental podem dedicar cerca de 1 a 2 horas por dia ao estudo em casa, enquanto estudantes do ensino médio podem investir de 2 a 3 horas diárias, vale ressaltar que a qualidade do estudo é mais importante que a quantidade de horas dedicadas, ou seja, é mais eficiente estudar por um curto período com foco e dedicação do que passar horas ininterruptas com pouca produtividade.

Estudar em casa destinando um tempo adequado são fatores fundamentais para o sucesso escolar, por meio dessa prática o aluno aprimora seu aprendizado, desenvolve habilidades essenciais para a vida adulta e se torna mais autônomo, responsável e organizado, é aconselhável que cada estudante encontre o equilíbrio entre o tempo dedicado aos estudos em casa e suas outras atividades, a fim de garantir um crescimento acadêmico sólido e promissor.

Muito tem se discutido nos últimos anos sobre os níveis de proficiência dos estudantes do sistema de ensino brasileiro, por que temos níveis tão baixos, o que está faltando para que tenhamos alunos mais motivados e comprometidos com aquilo que com certeza será um divisor de águas na sua formação profissional e na sua remuneração financeira durante toda a sua vida. As discussões são muitas, com ideias diversificadas, embates muitas vezes até acalorado de emoções, fala-se muito em reforma do ensino, ultimamente se tornou comum reportagens que citam a reforma do ensino médio, onde geralmente são citadas formas de motivarem e despertar um maior interesse nos adolescentes e jovens, quando na realidade de uma sala de aula o que encontramos são alunos sem perspectiva de futuro, estão ali mais por uma obrigação social de terem um certificado de conclusão do ensino médio, que hoje normalmente é um requisito para os contratos de trabalho na maioria das empresas, mais como conscientizar estes adolescentes e jovens que o que está em jogo neste embate é o seu próprio destino, são fatores que faram a diferença no seu futuro, em 2011 havia uma grande parcela de

jovens entre 15 a 17 anos fora da escola, algumas leis foram criadas com o intuito de obrigar esses adolescente a permanecer frequentando as sala de aulas. Os incisos I e VII do art. 208 da constituição Federal, passam a vigorar com as seguintes alterações, “educação básica obrigatória e gratuita dos 4 (quatro) aos 17 (dezessete) anos de idade, assegurada inclusive sua oferta gratuita para todos os que a ela não tiveram acesso na idade própria”. Anteriormente a obrigatoriedade se dava a alunos com idades entre 6 e 14 anos. Segundo (HAJE), de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) realizada pelo IBGE em 2011, 1,7 milhão de jovens de 15 a 17 anos estavam fora da escola.

Alguns relatos registrados nas literaturas históricas e sociais deixam bem evidentes que obrigar um ser humano a fazer qualquer coisa que seja nunca foi muito relevante, ou não são realizadas tais tarefas ou os objetivos não serão alcançados. Aqui então vem um ponto crucial que vai de encontro com esse trabalho, tentar entender o que desmotiva e leva os alunos principalmente adolescentes a demonstrarem tanto desinteresse, se é algo onde os maiores beneficiados são eles próprios. Discussões em torno da reforma do ensino médio, qualificação de professores, remuneração dos profissionais da educação, enfim são muitas as frentes de trabalho que tentam buscar uma solução para tais problemas, mais o que fica evidente é uma realidade preocupante, pois temos alunos saindo do ensino médio sem noções básicas de matemática, especialmente no Estado de Mato Grosso, realidade há qual me encontro inserido, parece que o ciclo de formação onde fora pensado com o objetivo de incluir os alunos não deixando que ficassem atrasados na idade escolar em relação aos seus pares, teve um efeito até certo ponto no que podemos perceber devastador, o que vemos são alunos que não dão a mínima em se dedicarem a aprender, está enraizada a cultura do “vou ser aprovado de qualquer forma, então para que preciso estudar”, já vivenciei experiência em sala de aula onde alunos passam praticamente todo o ano escolar sem desempenhar as atividades escolares e são aprovados, ou seja considerados aptos a continuarem trilhando o seu currículo. Até parece um jogo onde o principal jogador que seria o aluno não demonstra interesse em vencer as partidas e no final ganhar o campeonato.

Voltando um pouco mais ao que se destina esse capítulo, diante do que foi exposto acima temos aqui um enorme desafio que é conscientizar o aluno além da sala de aula deixando evidente a primordial necessidade do seu empenho em estudar e pesquisar em casa.

### 3.3 DESEMPENHO ESCOLAR

Determinar quais critérios medem um bom desempenho cognitivo é um desafio que não posso aqui mensurar limites ao grau de dificuldade que poderemos encontrar, pois há vários

fatores que influenciam e não podemos deixar de leva-los em consideração, um bom desempenho escolar deve atender integralmente aos mais diversos aspectos do desenvolvimento cognitivo e social, como habilidades comunicativas, competências intelectuais e saberes técnicos que alcancem o objetivo de desenvolver da melhor maneira possível os saberes criativos, e emocionais dando ao ser em formação as mais diferentes formas de expressão. Diante de tamanha a complexidade ao qual esse desafio proporciona, a indagação que feita aqui para tentar dar dimensão a grandiosidade dessa tarefa é simplesmente a seguinte, como medir o conhecimento de um ser humano. Diante de tantas incógnitas que podem ser aferidas, podemos citar algumas como: leitura, conhecimentos matemáticos, conhecimentos de ciências são algumas das que poderiam ser citadas quando se referem a conteúdos didáticos, mas ainda temos outros aspectos que não podem deixar de ser considerados como o meio que permeia todo o contexto onde são desenvolvidas as atividades acadêmicas, fatores sociais, genéticos e emocionais. Uma educação integral onde buscamos uma formação que muna cada indivíduo com ferramentas que serão imprescindíveis ao longo de sua vida, que irá lhe proporcionar conhecimentos e experiência que deve solidificar e permear toda a sua caminhada de desenvolvimento e lhe de garantias sustentáveis de sobrevivência, que garantam pré-requisitos mínimos que serão permeados com o passar dos tempos com uma experiência de vida a qual este será sujeito.

O nosso dever enquanto professores formadores é tentar proporcionar o mínimo necessário para o pleno desenvolvimento da cidadania. Segundo (BZUNECK, MEGLIATO & RUFINI). A Educação integral é comprometida com o desenvolvimento global do indivíduo, com aprendizagens de distintas naturezas, que estão relacionadas, devem ser construídas em conjunto e vão além de conceitos.

Existem inúmeras variáveis que podem atuar como causas do baixo aproveitamento escolar. Dentre as mais frequentes podem ser citadas. As dificuldades em algumas disciplinas, normal que ocorra certas dificuldades ou como posso dizer uma certa resistência a alguns conteúdos, o que é inerente a fase pela qual os adolescentes estão passando com todas as transformações físicas e psicológicas as quais estão vivenciando neste momento seria muito comum que alguns conteúdos didáticos também fossem influenciados por essas transformações. Muitas vezes vemos alunos que parecem não ver sentido em muitas coisas em suas vidas, sempre desmotivados, deixa transparecer a falta de esperança em uma melhora em suas condições sociais, parece que eles ainda não conseguiram assimilar e entender que nessa selva da concorrência estudar pode ser um bom aliado para deixar a rebeldia que é inerente a fase da adolescência fazer frente as transformações que almejam buscar, ocasionando um total

desinteresse pelos estudos. Esse desinteresse pode ocasionar distração por qualquer motivo que seja, também não vê sentido em desempenhar as atividades propostas para que seja desenvolvidas extraclasse, durante as aplicações de avaliações não levam a sério, não sei se a avaliação para eles se tornou algo banal, já que dificilmente um aluno é reprovado por um mau desempenho nas avaliações escritas, ou pode ser consequência da desmotivação.

Exaustão as vezes provocadas pelo trabalho doméstico, ou até mesmo trabalhos fora de casa, já que muitos trabalham fora para complementar a renda da família. Mal relacionamento na família, muitas delas desestruturadas, com poucas condições financeiras e sem uma filosofia de vida a ser seguida. As vezes até mesmo a própria escola que tem a obrigação de ser um ambiente acolhedor onde prevaleça o bom relacionamento sem perder o cunho pedagógico deixa a desejar, as vezes falta preparo para lidar com várias situações, quando comecei estudar um pouco o comportamento dos adolescentes, fiquei surpreso e comecei a indagar sobre como devo me comportar no embate frente aos adolescentes, muitas vezes deparo com alunos mal alimentados, alunos que passam fome realmente, alunos que passam noites sem dormir, não é muito raro eles mesmos confessarem que passaram a noite envolvidos nos aparelhos eletrônicos frequentando as redes sociais ou em jogos eletrônicos, alguns chegam a confessar que fingem que estão dormindo quando ouve os pais ou responsáveis levantarem. Vejo então que a minha missão é muito maior do que eu pensava.

## 4 CENÁRIO DA PESQUISA

### 4.1 SUJEITOS DA PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido em uma turma de 9 alunos do primeiro ano do ensino médio, com idades entre 15 e 17 anos, em uma escola particular situada no bairro central da cidade de Colíder, no estado de Mato Grosso. Quando surgiu a oportunidade de aplicar o trabalho em uma escola particular, inicialmente fiquei um pouco apreensivo. No entanto, ao analisar cuidadosamente os prós e contras, percebi que, por se tratar de um colégio em que as aprovações ou reprovações ainda são baseadas em resultados obtidos através de avaliações escritas objetivas ou dissertativas, os dados coletados e posteriormente tratados seriam mais consistentes e confiáveis para esta pesquisa.

As escolas públicas estaduais, que inicialmente haviam sido idealizadas como cenário para o desenvolvimento da pesquisa, adotam o sistema de “ciclo de formação”, onde os alunos não são avaliados por desempenho em avaliações e as aprovações não dependem dos objetivos alcançados em termos de desempenho de proficiência. Nesses casos, é raro um aluno ser retido em algum ano escolar, e quando isso ocorre, geralmente é devido à baixa assiduidade e não ao baixo desempenho escolar. Portanto, aplicar a proposta deste trabalho em uma escola da rede pública estadual poderia comprometer a qualidade e a precisão da análise de dados.

A classe social dos alunos que participam da é considerada de elite. Nesse cenário, pode-se perceber, através da rotina de convívio diário com esse público, que as variáveis foco do trabalho ficam bem evidenciadas. Foi observado que muitos alunos apresentam semblante de sonolência diurna durante as aulas. Em conversas informais, foi constatado que uma grande parte dos alunos dedicam pouco tempo aos estudos extraclasse, o que foi corroborado pelos resultados do questionário aplicado, evidenciando essa relação.

### 4.2 AMBIENTE DA PESQUISA

O Colégio de 1º e 2º Graus Visão foi fundado em 1º de outubro de 1.991 por um grupo de seis professores de diferentes especialidades, todos colegas e amigos efetivos da rede estadual de ensino. Três desses fundadores ainda fazem parte da sociedade da empresa. Localizado na rua Xingu, nº 522, no Centro de Colíder, Estado de Mato Grosso, o colégio foi criado com o objetivo de oferecer ensino de qualidade nas etapas da Pré-Escola, ensino fundamental e ensino médio.

De acordo com o (COLÉGIO VISÃO. Especial 30 anos Colégio Visão), esta escola

continua sendo um lar para muitos alunos, pais, professores e coordenadores que fizeram e fazem parte dessa trajetória. O planejamento pedagógico de toda a escola é estruturado pela coordenação e direção, que definem os métodos educacionais utilizados e detalham as metas de desempenho instrutivo a serem atingidas.

Atualmente o Colégio Visão conta em seu efetivo quadro de trabalho com profissionais e alunos (ver quantitativo em Quadro 1) empenhados em desenvolver um bom trabalho. Como costumamos dizer, “aqui é um ambiente família”, onde o convívio é harmonioso entre funcionários e os proprietários do Colégio.

Quadro 1: Distribuição dos profissionais e alunos no Colégio Visão

<b>Função</b>	<b>Quantidade</b>
Técnico administrativo educacional	01
Secretário(a)	01
Biblioteca integradora	01
Manutenção de infraestrutura/limpeza	03
Diretor	01
Coordenador pedagógico	02
Professor contratado	29
Alunos	312

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

O Colégio conta uma estrutura ampla e bem equipada. São 14 salas de aula bem arejadas, todas equipadas com aparelhos de ar condicionado, datashows, computadores, som ambiente e telões para projeção, sempre disponível para uso pedagógico, com apoio técnico quando necessário. Além disso, o colégio dispõe de um amplo espaço destinado às atividades da secretaria, administração, coordenação pedagógica e biblioteca. Há também uma quadra poliesportiva, frequentemente utilizada para treinos de alunos das escolas públicas, um pátio amplo, bicicletário, estacionamento com vagas acessíveis, rampa de acesso ao segundo piso e banheiros sempre limpos e acessíveis.

## 5 ASPECTOS INTRODUTÓRIOS DA MODELAGEM FUZZY

Neste capítulo, são apresentados os aspectos introdutórios que constituem as bases da teoria dos Conjuntos Fuzzy e os elementos conceituais presentes no processo de Modelagem Fuzzy. A Lógica Fuzzy é uma abordagem inovadora e eficaz para lidar com a incerteza e a imprecisão nos sistemas de tomada de decisão. Baseia-se na teoria dos Conjuntos Fuzzy, que permite a representação e manipulação de informações vagas e incertas. Essa abordagem tem sido amplamente aplicada em diversas áreas, como engenharia, ciências da computação, economia, e medicina, entre outras.

A Lógica Fuzzy difere da lógica booleana clássica (também conhecida como lógica de inclusão) em sua abordagem para lidar com a incerteza e a imprecisão dos dados. Na lógica booleana clássica, as variáveis e proposições se restringem a um sistema de valores binários, ou seja, apenas verdadeiro (1) ou falso (0), caracterizando um tratamento de lógica bivalente (Russell & Norvig, 2016). Para (SANTOS 2022, p. 8),

A lógica fuzzy é uma lógica de valor infinito em que os valores de verdade podem variar de zero a um. Como a lógica proposicional, a lógica fuzzy está preocupada com a verdade das proposições. No entanto, no mundo real, as proposições são muitas vezes apenas parcialmente verdadeiras.

Segundo Zadeh (1965), as variáveis são definidas de maneira absoluta, sem margem para interpretações intermediárias ou ambiguidades, refletindo uma rigidez na estrutura lógica clássica. Nesse contexto, os resultados são considerados como precisos e definitivos, excluindo a possibilidade de flexibilidade ou considerações de incerteza (Klir & Folger, 1988). Isso resulta em representações determinísticas, oferecendo uma visão dicotômica sem espaço para nuances ou gradações (Klir & Yuan, 1995).

Xexéu (2022) diz que a principal proposta da Teoria Fuzzy é o fim da dicotomia “sim/não” que reina nas ciências atuais. O autor exemplifica: um copo contém água e vinho misturados meio a meio. Podemos dizer que é um copo de vinho? Podemos dizer que é um copo de água? Usualmente, na Matemática, estaríamos perguntando: o copo pertence ao conjunto dos copos de vinho? Ele pertence ao conjunto dos copos de água? Teríamos apenas 2 opções: o copo pertence ou não pertence ao conjunto. Como poderíamos responder essa questão? Normalmente isso é feito escolhendo uma fronteira rígida, por exemplo, dizendo que até 10% de água ainda é um copo de vinho, um pouco mais e passa a ser outra coisa. Usando Lógica Fuzzy, basta esquecer a necessidade de ter que escolher se o elemento pertence ou não ao conjunto! Definimos um grau de pertinência, usualmente um número entre 0 e 1 ou entre 0% e 100%. Assim, o copo seria 50% um copo de vinho e 50% um copo de água.

Entre os princípios básicos da Lógica Fuzzy, temos: (i) o princípio de incerteza - ele reconhece que muitas vezes as informações disponíveis são vagas e imprecisas, permite a representação dessas informações incertas usando valores de verdades parciais; (ii) o princípio de pertinência - ele reconhece que um objeto ou evento pode pertencer parcialmente a um conjunto ou categoria, atribuindo um grau de pertinência parcial a um objeto, em vez de uma atribuição binária e (iii) o princípio de inferências - baseadas em regras fuzzy, são formas de deduzir novas sentenças e modelar outros argumentos válidos a partir de sentenças já existentes. Essas regras, expressas em termos de condicionais fuzzy, representam relacionamentos entre diferentes variáveis ou Conjuntos Fuzzy. Elas cumprem o papel de “traduzir” matematicamente as informações que formam a base de conhecimentos do Sistema Fuzzy.

Outro elemento essencial na Lógica Fuzzy é o uso das funções de pertinência, que desempenham um papel crucial na representação de incertezas e na modelagem de informações vagas. As funções de pertinência são utilizadas em Lógica Fuzzy para descrever o grau de pertinência de um elemento a um Conjunto Fuzzy. Essas funções atribuem um valor entre 0 e 1 para cada elemento do universo de discurso.

Enquanto nos conjuntos clássicos um elemento pertence ou não a um conjunto de forma absoluta, nos Conjuntos Fuzzy, o pertencimento é graduado, permitindo uma representação mais flexível e próxima da realidade. Existem diferentes tipos de funções de pertinência, sendo as mais comuns a triangular, a trapezoidal e a gaussiana. Cada uma delas apresenta características específicas que se adequam a diferentes tipos de Conjuntos Fuzzy.

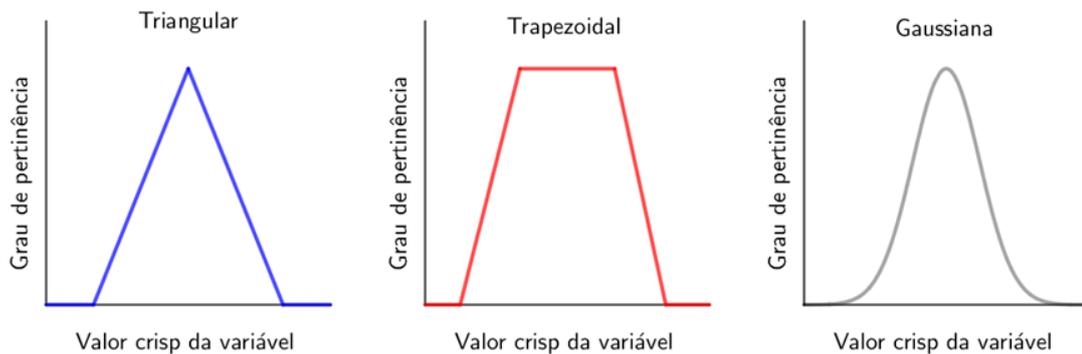
A função de pertinência triangular é caracterizada por ter um formato triangular, com um pico que indica o ponto máximo de pertinência. Ela é frequentemente utilizada para representar Conjuntos Fuzzy cujos elementos têm um valor moderado de pertinência. O início e o fim da curva triangular determinam o “suporte” do Conjunto Fuzzy, ou seja, a faixa de valores onde os elementos apresentam algum grau de pertinência.

A função de pertinência trapezoidal é semelhante a triangular, mas apresenta uma base maior, indicando um suporte mais amplo para o Conjunto Fuzzy. Ela é utilizada para representar Conjuntos Fuzzy cujos elementos possuem um intervalo mais largo de pertinência.

A função de pertinência gaussiana é caracterizada por uma curva em forma de sino. Essa função é bastante utilizada em situações em que há uma distribuição normal dos elementos no Conjunto Fuzzy. Ela atribui valores mais altos de pertinência aos elementos que estão próximos ao pico da curva e valores mais baixos aos elementos mais distantes.

A Figura 2 apresenta os gráficos das funções de pertinência triangular, trapezoidal e gaussiana.

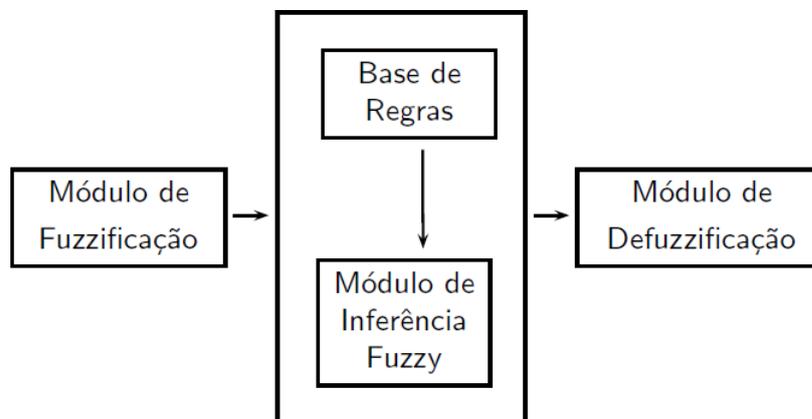
Figura 2: Ilustração das características das funções de pertinência triangular, trapezoidal e gaussiana



Fonte: Adaptado de <https://medium.com/creditas-tech/combinando-modelos-de-machine-learning-com-1%C3%B3gica-fuzzy-parte-1-b5a9f0761a5d>

As próximas quatro seções deste capítulo descrevem, em sequência, os quatro passos fundamentais de um Controlador Fuzzy. Este controlador é caracterizado pelo processo em que a saída fuzzy (módulo de defuzzificação) é derivada da entrada fuzzy (módulo de fuzzificação), como ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Esquema geral de um Controlador Fuzzy



Fonte: Extraído de (BARROS e BASSANEZZI 2006, p. 119)

## 5.1 FUZZIFICAÇÃO

De acordo com (BARROS e BASSANEZZI 2006, p. 117), este é o estágio em que as entradas do sistema são modeladas por Conjuntos Fuzzy com seus respectivos domínios. É nele que se justifica a grande importância de especialistas do fenômeno a ser modelado. Juntamente com os especialistas, as funções de pertinência são formuladas para cada Conjunto Fuzzy envolvido no processo. Mesmo que a entrada seja crisp, essa será fuzzificada por meio de sua função característica.

## 5.2 BASE DE REGRAS

As regras fuzzy são um componente essencial em sistemas de Lógica Fuzzy e são fundamentais para a tomada de decisões e controle baseados em Lógica Fuzzy. Elas são uma forma de representar o conhecimento humano ou especializado em um formato que pode ser facilmente incorporado em sistemas de Lógica Fuzzy.

Em um sistema de Controle Fuzzy, as regras fuzzy são geralmente expressas na forma "Se ... então ...", em que a parte "Se" é chamada de antecedente e a parte "então" é chamada de consequente. Cada regra fuzzy consiste em uma combinação de variáveis de entrada (ou antecedentes) e variáveis de saída (ou consequentes), juntamente com uma função de pertinência que descreve o grau de pertinência da regra.

As regras fuzzy são tipicamente baseadas em "se, então" humanamente compreensíveis e capturam a relação entre as variáveis de entrada e saída em um sistema. Elas permitem que o sistema de Lógica Fuzzy processe informações imprecisas e incertas de maneira eficaz, fornecendo uma estrutura flexível para modelar o conhecimento especializado ou heurísticas em um domínio específico.

No contexto de sistemas de controle, as regras fuzzy são usadas para mapear condições de entrada (expressas como valores fuzzy) para ações de controle correspondentes. A execução dessas regras permite ao Sistema de Controle Fuzzy tomar decisões inteligentes com base no conhecimento e nas heurísticas do domínio.

Vamos considerar um exemplo de regras fuzzy aplicadas em um sistema de recomendação de notas para alunos do ensino básico. Suponha que temos um conjunto de regras fuzzy baseadas no desempenho dos alunos em testes e trabalhos escolares, e queremos usar essas regras para recomendar notas aos alunos.

As regras fuzzy podem ser:

1. Se um aluno obtiver uma média "alta" em testes e uma média alta em trabalhos, então a nota recomendada é A.
2. Se um aluno obtiver uma média "média" em testes e uma média alta em trabalhos, então a nota recomendada é B.
3. Se um aluno obtiver uma média "baixa" em testes e uma média alta em trabalhos, então a nota recomendada é C.
4. Se um aluno obtiver uma média "alta" em testes e uma média "média" em trabalhos, então a nota recomendada é B.
5. Se um aluno obtiver uma média "média" em testes e uma média "média" em

trabalhos, então a nota recomendada é C.

6. Se um aluno obtiver uma média “baixa” em testes e uma média “média” em trabalhos, então a nota recomendada é D.
7. Se um aluno obtiver uma média “alta” em testes e uma média baixa em trabalhos, então a nota recomendada é B.
8. Se um aluno obtiver uma média “média” em testes e uma média baixa em trabalhos, então a nota recomendada é C.
9. Se um aluno obtiver uma média “baixa” em testes e uma média baixa em trabalhos, então a nota recomendada é D.

Essas regras são construídas com base no conhecimento do professor sobre como o desempenho dos alunos se correlaciona com as notas. Ao usar um sistema de Lógica Fuzzy para aplicar essas regras, podemos fornecer recomendações de notas mais adaptáveis e flexíveis, levando em consideração a incerteza e a imprecisão associadas ao desempenho dos alunos.

As regras fuzzy são projetadas e ajustadas de acordo com o conhecimento especializado disponível sobre o sistema em questão e são uma parte central da modelagem e implementação de sistemas baseados em Lógica Fuzzy (SBRF). Elas desempenham um papel crucial na transformação de informações vagas e imprecisas em ações precisas e controladas em uma variedade de aplicações, incluindo automação industrial, sistemas de diagnóstico médico, controle de tráfego, entre outros.

Torna-se possível traduzir termos linguísticos, constantemente empregados por especialistas com o intuito de controlar suas tarefas, em fórmulas matemáticas, possibilitando a automação de certas tarefas. A partir dessa base de regras obtém-se a relação fuzzy, a qual produzirá a saída (resposta ação) para cada entrada (estado, condição).

### 5.3 INFERÊNCIA FUZZY

Existem principalmente dois Métodos de Inferência Fuzzy mais comuns: o Método de Mamdani e o método de Sugeno. Eles são utilizados para processar as regras definidas em um Sistema Fuzzy, permitindo tomar decisões ou realizar previsões com base em informações imprecisas ou incertas. A função principal desses métodos é a de realizar a inferência, ou seja, a aplicação das regras fuzzy para determinar a saída do sistema. Esses métodos são essenciais para transformar os conjuntos de regras e valores fuzzy das variáveis de entrada em uma saída ou ação definida. Eles permitem que SBRF tomem decisões ou forneçam respostas em contextos em que a incerteza ou a imprecisão dos dados são uma realidade.

Neste trabalho será utilizado o Método de Mamdani, baseado em regras, como “se-então”, ele avalia o grau de pertinência das regras (consequente) para cada Conjunto Fuzzy e usa as operações de Lógica Fuzzy (geralmente a operação de mínimo) para combinar as regras e gerar a saída fuzzy.

O Método Mamdani de fuzzificação é uma técnica usada em Lógica Fuzzy para converter variáveis de entrada em valores fuzzy. Ele foi proposto por Ebrahim H. Mamdani na década de 1970 e é amplamente utilizado para modelar sistemas complexos. O Método Mamdani de fuzzificação é baseado em três etapas principais: definição dos Conjuntos Fuzzy, cálculo da pertinência aos conjuntos e agregação dos valores fuzzy. É amplamente utilizado em vários domínios, como controle de processos, sistemas especialistas, tomada de decisão e reconhecimento de padrões. Ele permite modelar a incerteza e a vaguidade dos valores de entrada, tornando a Lógica Fuzzy uma ferramenta poderosa para lidar com problemas complexos do mundo real.

O exemplo anterior consiste em um conjunto de nove regras fuzzy. Agora, vamos ilustrar a aplicação do Método de Mamdani na regra 2. Primeiro precisamos converter as condições da regra em Conjuntos Fuzzy e definir as funções de pertinência para cada uma delas. Vamos supor que as variáveis "média em testes" e "média em trabalhos" tenham sido definidas como Conjuntos Fuzzy, como “baixa”, “média” e “alta”.

Então, para a primeira parte da regra “se um aluno obtiver uma média “média” em testes”, precisamos determinar o grau de pertinência do valor da média dos testes do aluno ao Conjunto Fuzzy "média". Suponha que a média dos testes de um aluno seja 70%, podemos atribuir um grau de pertinência de 0.5 (médio) para o conjunto "média".

Da mesma forma, para a segunda parte da regra "uma média alta em trabalhos", precisamos determinar o grau de pertinência do valor da média dos trabalhos do aluno ao Conjunto Fuzzy "alta". Se a média dos trabalhos de um aluno for 90%, podemos atribuir um grau de pertinência de 1 (alta) para o conjunto "alta".

Em seguida, combinamos esses graus de pertinência de acordo com as operações de Lógica Fuzzy, geralmente usando o mínimo. Neste caso, como ambas as partes da regra contribuem para a nota recomendada "B", aplicamos a operação mínimo aos graus de pertinência correspondentes. Assim, a nota recomendada "B" terá um grau de pertinência igual ao menor dos graus de pertinência das partes da regra.

Finalmente, serão considerados todos os graus de pertinência calculados para todas as regras (neste exemplo deve ser aplicado o Método de Mamdani nas nove regras) e usamos uma técnica de defuzzificação para converter a saída fuzzy em um valor nítido, que seria a nota final

recomendada para o aluno. O Método de Mamdani permite realizar essa inferência de forma eficiente, combinando múltiplas regras fuzzy para gerar uma saída coerente e útil.

Por fim, converte a saída fuzzy em um valor nítido, geralmente por meio do método centróide ou de outros métodos de defuzzificação, ou seja, após encontrar todos os graus de pertinência em todas as regras fuzzy, o próximo passo é aplicar alguma técnica de defuzzificação. A Seção 7.4 fará uma explanação da técnica de defuzzificação.

#### 5.4 DEFUZZIFICAÇÃO

Ao trabalharmos com métodos baseados em regras fuzzy, passamos obrigatoriamente por três processos, o primeiro deles é a fuzzificação, em que os dados são crisp (numéricos) e os transformamos em uma linguagem fuzzy. Por exemplo, número de horas de sono dormidas, que podemos classificá-los como “pouco tempo de sono”, “tempo médio de sono” e “muito tempo de sono”. Na sequência, passamos esses dados pelas Regras de Inferência Fuzzy, que representam a associação entre a entrada e o grau de pertinência a diferentes valores ou categorias. Isso é feito através de funções de pertinência que mapeiam o valor de entrada para um grau de pertinência em cada Conjunto Fuzzy, que são modeladas de acordo com o problema a ser tratado e os objetivos que devem ser alcançados passando pelo crivo de um especialista. Podemos dizer que a defuzzificação é a parte final da tabulação desses dados, é o processo de converter uma saída fuzzy, que é uma representação oral imprecisa ou qualitativa, em um valor numérico que a torne mais fácil de ser compreendido. Na etapa de defuzzificação, o valor ou categoria da saída fuzzy é convertido em um valor numérico ou uma decisão clara. De acordo com (CECCONELLO, 2006, p. 47), um Controlador Fuzzy é constituído basicamente por um fuzzificador, uma base de regras, um método de inferência e um defuzzificador.

Existem vários métodos de defuzzificação, sendo os dois mais comuns, o método do centro de gravidade e o método do máximo. No método do centro de gravidade, calcula-se o valor médio ponderado dos graus de pertinência para obter a posição do centro de gravidade da função de pertinência. Esse valor é considerado o valor defuzzificado. No método do máximo, o valor defuzzificado é simplesmente escolhido como o valor com a maior pertinência.

Este trabalho utilizará o método do centro de gravidade, conhecido também como centróide, como parte de sua abordagem analítica. O passo da defuzzificação envolve a conversão de uma saída fuzzy em um valor numérico em uma decisão clara, que pode ser realizado utilizando método do centro de gravidade. Isso é feito como parte do Sistema de Controle Fuzzy, que também inclui as etapas de fuzzificação e Inferência Fuzzy.

Se  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$  representa o universo de pontos e  $\mu_{saída}(u_i)$  os respectivos

valores que a função de pertinência associada a saída assume, então a defuzzificação pelo método centróide (ou centro de massas) pode ser obtida pela Equação (01):

$$u' = \frac{\sum_{i=1}^n u_i \cdot \mu_{saída}(u_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_{saída}(u_i)} \quad (01)$$

O cálculo do centro de massas é semelhante ao cálculo de uma média ponderada. Segundo (BARROS & BASSANEZI, 2006).

Este método de defuzzificação é semelhante à média aritmética para uma distribuição de frequências de uma dada variável, com a diferença que os pesos aqui são os valores  $\mu_B(u_i)$ , que indicam o grau de compatibilidade do valor  $u_i$  com o conceito modelado pelo conjunto fuzzy B. O centro de gravidade dá a média das áreas de todas as figuras que representam os graus de pertinência de um subconjunto fuzzy. Entre todos os métodos de defuzzificação ele é o preferido, mesmo sendo talvez o mais complicado.

Ao fazermos o processo de Inferência de Mamdani, geralmente aparece nos gráficos gerados por este processo algumas áreas que têm inferência com os dados modelados. Abaixo dessas áreas, em que ocorreram as inferências, para utilizar o método do centro de massas ou centróide, precisamos determinar pontos no gráfico que possuem relação direta com essas áreas e para obter esse universo de pontos, é necessário definir um espaço ou conjunto de elementos que podem ser representados como pontos, isso pode variar de acordo com o contexto em que estamos trabalhando.

Por exemplo, se estivermos trabalhando com um sistema de coordenadas cartesianas em um plano bidimensional, o universo de pontos seria todas as combinações possíveis de coordenadas  $(x, y)$ , que possuem inferência com o modelo adotado, se estivermos trabalhando com um conjunto de dados em que cada ponto representa uma amostra ou observação, o universo de pontos seria simplesmente todos os pontos existentes nesse conjunto. Portanto, para obter o universo de pontos, é importante primeiro definir o espaço ou conjunto em que você está trabalhando e, em seguida, determinar todas as combinações possíveis de elementos desse espaço que podem ser representados como pontos. Conforme (COSTA, 2017, p. 47).

Este método de defuzzificação é semelhante à média aritmética para uma distribuição de frequências de uma dada variável, com a diferença que os pesos aqui são os valores  $\phi_B(u_i)$ , que indicam o grau de compatibilidade do valor  $u_i$  com o conceito modelado pelo conjunto fuzzy B. O centro de gravidade dá a média das áreas de todas as figuras que representam os graus de pertinência de um subconjunto fuzzy.

Ao definirmos esses pontos geralmente escolhemos pontos que além de terem inferência direta com as áreas que devem ser encontradas os seus centros, por um método parecido com o cálculo de uma média ponderada, também damos preferência a pontos que possibilitem uma

simplificação dos resultados, quanto a definição de quais pontos serão adotados, depende do ajuste que pretendemos encontrar, quanto menor for o intervalo entre os pontos adotados, melhor será o cálculo da defuzzificação final. Segundo (BARROS e BASSANEZI 2006, p 126), o centro de gravidade dá a média das áreas de todas as figuras que representam os graus de pertinência de um subconjunto fuzzy. Entre todos os métodos de defuzzificação ele é o preferido, mesmo sendo talvez o mais complicado.

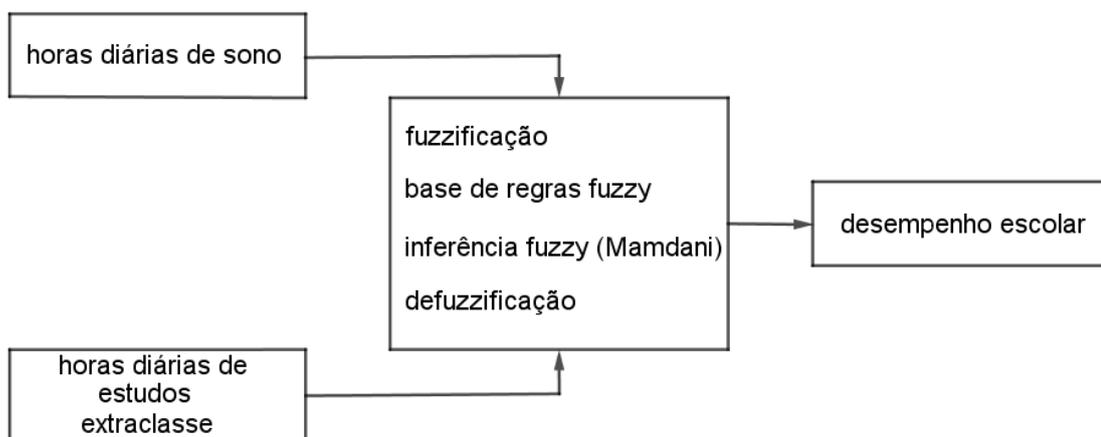
## 6 MODELAGEM FUZZY PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ESCOLAR

Nesta seção será abordado alguns conceitos introdutórios relacionados aos Conjuntos Fuzzy, a fim de realizar a Modelagem Fuzzy para estimar o desempenho escolar dos alunos participantes desta pesquisa. Serão utilizados os Sistemas Baseados em Regras Fuzzy (SBRF) a fim de averiguar o quanto o desempenho escolar de uma turma do ensino médio está diretamente ligado ao número de horas de sono e ao tempo dedicado aos estudos fora do horário escolar. Será feita uma exposição através de alguns gráficos que ilustram um caso particular de um aluno que tem o hábito de dormir sete horas e trinta minutos e estudar, diariamente, duas horas e 15 minutos.

O processo de resolução do problema consiste no uso de uma entrada crisp, com valores numéricos relacionados à quantidade de horas de sono e estudos empreendido diariamente por este aluno e, em seguida, será aplicado o processo de fuzzificação, transformando as entradas crisp em variáveis linguísticas fuzzy, implicando essas variáveis a um Conjunto de Regras de Inferências Fuzzy através do Método Mamdani. A próxima etapa consiste no processo de defuzzificação pelo método do centro de gravidade (também conhecido pelo método centróide ou centro de massas), transformando-os novamente em uma linguagem numérica.

O esquema geral do Controlador Fuzzy proposto neste trabalho está representado na Figura 4.

Figura 4: Esquema do sistema de controle para avaliação do desempenho escolar dos estudantes do ensino médio de uma escola de Sinop-MT



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o *software* GeoGebra 5.0

Destaca-se que um Controlador Fuzzy é uma ferramenta usada para controle de sistemas onde a lógica convencional não é suficiente para lidar com a complexidade e as incertezas inerentes.

## 6.1 VARIÁVEIS DE ENTRADA: HORAS DIÁRIAS DE SONO E DE ESTUDOS EXTRACLASSE

Ao desenvolver um modelo fuzzy, é essencial considerar as variáveis de entrada que melhor representam o sistema em estudo. No caso da análise do desempenho escolar, inúmeras variáveis podem influenciar os resultados escolares dos alunos, como, o nível socioeconômico, o ambiente familiar, a qualidade do sono, o tempo dedicado aos estudos extraclasse, entre outras. No entanto, a inclusão de muitas variáveis pode acarretar um modelo complexo e dificultar sua interpretação e implementação prática.

Diante dessa complexidade, é importante ter atenção na seleção das variáveis de entrada mais relevantes e significativas para o objetivo da análise. No contexto específico deste estudo, optou-se por focar nas horas diárias de sono e no tempo diário de estudos extraclasse devido a simplicidade em extrair as informações desejadas e pela boa correlação que elas possuem com o desempenho escolar, conforme apresentado no trabalho BATISTA et al (2018). Neste trabalho, os autores concluíram que os estudantes que estudavam pelo menos 1 hora por dia extraclasse tinham menos chance de ter dificuldade de assimilação do conteúdo abordado em sala de aula. Verificou-se também que essa dificuldade ocorria àqueles jovens que relataram ter uma percepção ruim da qualidade de sono, independentemente de sexo, idade, turno, tempo de estudo fora da sala de aula e quantidade de horas dormidas. A amostra desta pesquisa foi constituída por 481 estudantes com idades entre 14 e 19 anos, de ambos os sexos, regularmente matriculados em uma das 15 escolas da rede pública estadual de ensino médio da cidade de Caruaru, Pernambuco.

O estudo apresentado por Batista et al. (2018) afirma que uma má qualidade de sono resulta em maiores chances de o aluno ter dificuldade de assimilação do conteúdo abordado em sala, independentemente das variáveis "tempo diário de estudo extraclasse" e "quantidade de horas diárias dormidas". Isso leva à seguinte reflexão sobre a pesquisa proposta em nosso trabalho: "Fazer inferências sobre o desempenho escolar a partir das variáveis horas de sono e estudo extraclasse torna o modelo simplista?" Embora essas duas variáveis sejam importantes, elas não são suficientes para explicar completamente o desempenho escolar. Há outros fatores que também desempenham papéis cruciais e devem ser considerados para uma análise mais abrangente e precisa. Nossa proposta, no entanto, é didática e fundamentada em um estudo introdutório sobre Lógica Fuzzy.

Faremos uso também da Escala Likert com o intuito de dar mais respaldo a essa pesquisa, teremos nela o nosso principal canal para obter as informações necessárias para a

aplicação e modelagem amparadas nos conceitos do Sistema Baseado em Regras Fuzzy (SBRF). Optamos por sua utilização devido a praticidade que ela disponibiliza tanto na aplicação dos questionários quanto na tabulação dos dados, sendo em níveis muito confiáveis. Segundo (MONTE, 2020, p. 14).

Logo, o objetivo dessa pesquisa visa estudar trabalhos que unem o trabalho de Likert (1932) com a Teoria de Conjuntos Difusos, proposta por Zadeh (1965). Para verificar a possibilidade de considerar com maior precisão a incerteza que permeia a atitude, pois a Teoria de Conjuntos Difusos busca modelar matematicamente a incerteza do pensamento humano que auxilia nas tomadas de decisão.

Essa abordagem permite uma investigação mais direta e eficiente das relações entre as variáveis selecionadas e isso pode facilitar a interpretação dos resultados. Dessa forma, pode oferecer ideias valiosas para a formulação de estratégias educacionais voltadas para a melhoria do desempenho escolar. Nesse sentido, os leitores interessados em explorar pesquisas que envolvem essa temática, podem assim utilizar essa dissertação como um referencial introdutório.

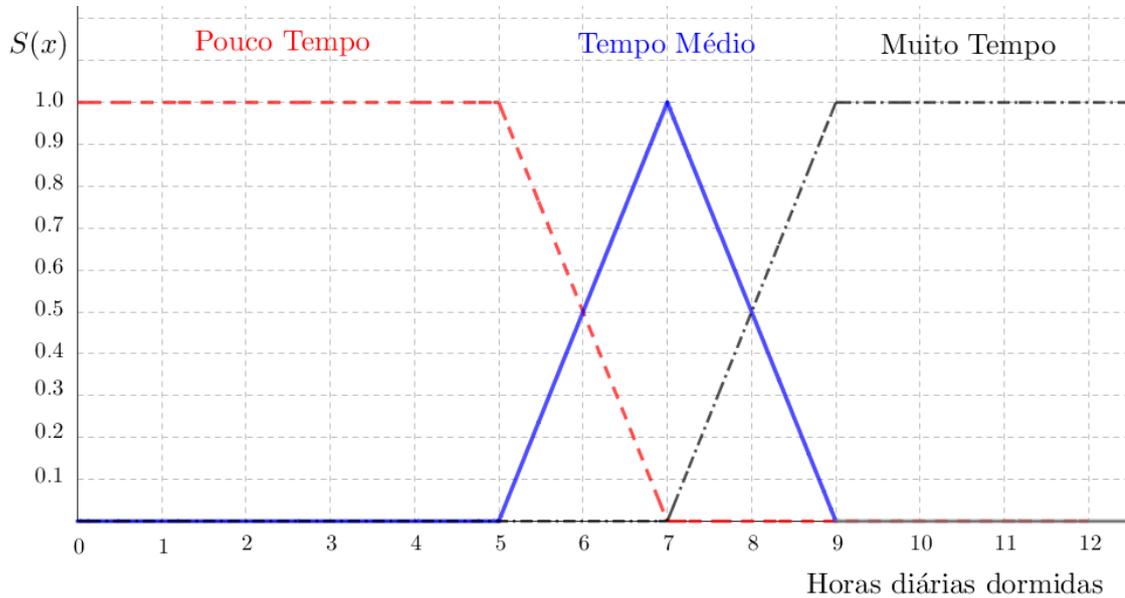
Nas seções 7.1.1 e 7.1.2 serão apresentados os modelos matemáticos das funções de pertinência associadas às “horas diárias de sono” e “número de horas diárias de estudos extraclasse”, considerando em cada uma delas as seguintes variáveis linguísticas: (i) Pouco Tempo, (ii) Tempo Médio e (iii) Muito Tempo. O modelo matemático das funções de pertinência da variável de saída “desempenho escolar” será apresentado na Seção 7.2.1.

Destaca-se que cada função de pertinência foi elaborada com base em minha experiência como educador, bem como em leituras realizadas em trabalhos científicos, blogs, sites, entre outras fontes.

#### 6.1.1 MODELANDO AS FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA DAS HORAS DIÁRIAS DE SONO

A Figura 5 apresenta o gráfico de cada uma das funções de pertinência do número de horas dormidas por um aluno do ensino médio, considerando as variáveis linguísticas: (i) Pouco Tempo, (ii) Tempo Médio e (iii) Muito Tempo. Para facilitar a compreensão, as três funções foram plotadas em um mesmo sistema de eixos ortogonais, o que proporciona uma visualização mais clara e comparativa das variáveis.

Figura 5: Gráficos dos modelos matemáticos das funções de pertinência do número de horas diárias dormidas, considerando cada uma das variáveis linguísticas: Pouco Tempo, Tempo Médio e Muito Tempo



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o *software* GeoGebra 5.0

A representação gráfica é a mais usada na literatura fuzzy por ter uma interpretação mais intuitiva. No caso de se fazer representação em duas dimensões, o eixo vertical representa o grau de pertinência no intervalo  $[0,1]$ , e o eixo horizontal contém a informação a ser modelada (JAFELICE, 2012).

As regras de associação das funções ilustradas na Figura 5 são expressas pelas equações (02), (03) e (04). Estas equações correspondem, respectivamente, às funções de pertinência para as horas diárias de sono nas variáveis linguísticas "Pouco Tempo", "Tempo Médio" e "Muito Tempo".

$$S_{PT}(d) = \begin{cases} 1, & \text{se } d < 5 \\ \frac{7-d}{2}, & \text{se } 5 \leq d < 7 \\ 0, & \text{se } d \geq 7 \end{cases} \quad (02)$$

$$S_{TM}(d) = \begin{cases} 0, & \text{se } d < 5 \\ \frac{d-5}{2}, & \text{se } 5 \leq d < 7 \\ \frac{9-d}{2}, & \text{se } 7 \leq d < 9 \\ 0, & \text{se } d \geq 9 \end{cases} \quad (03)$$

$$S_{MT}(d) = \begin{cases} 0; & \text{se } d < 7 \\ \frac{d-7}{2}; & \text{se } 7 \leq d < 9 \\ 1; & \text{se } d \geq 9 \end{cases} \quad (04)$$

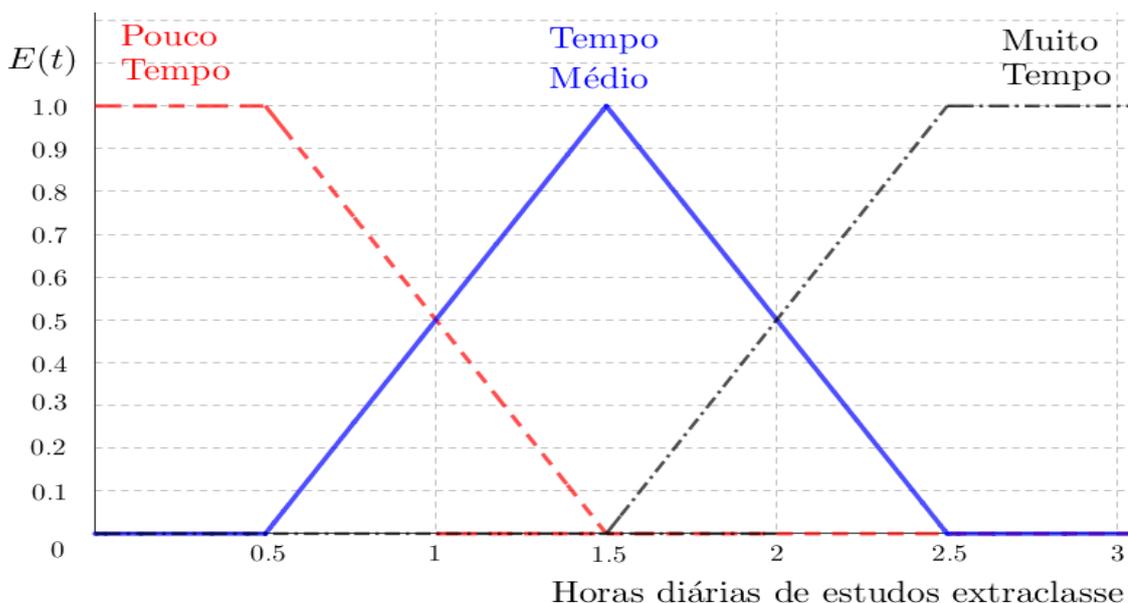
As funções que definem os elementos do Conjunto Fuzzy das horas diárias de sono ( $d$ ) dos alunos da escola participante desta pesquisa estão representadas graficamente e por meio de regras de associação. Isso facilita a visualização deste conjunto.

A Seção 6.1.2 apresenta a as funções de pertinência das horas diárias de estudos extraclasse.

### 6.1.2 MODELANDO AS FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA DAS HORAS DIÁRIAS DE ESTUDOS EXTRACLASSE

A Figura 6 apresenta o gráfico de cada uma das funções de pertinência (Pouco Tempo, Tempo Médio e Muito Tempo) do número de estudos extraclasse por um aluno do ensino médio. Com o propósito de aprimorar a visualização, optou-se por representar as três funções em um único sistema cartesiano bidimensional.

Figura 6: Gráficos dos modelos matemáticos das funções de pertinência do número de horas diárias de estudos extraclasse, considerando cada uma das variáveis linguísticas: Pouco Tempo, Tempo Médio e Muito Tempo



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o *software* GeoGebra 5.0

As regras de associação das funções plotadas na Figura 6 são representadas pelas equações (05), (06) e (07). Essas regras correspondem, respectivamente, às funções de

pertinência para as horas diárias de estudos extraclasse nas variáveis linguísticas "Pouco Tempo", "Tempo Médio" e "Muito Tempo".

$$E_{PT}(t) = \begin{cases} 1, & \text{se } t < 0.5 \\ 1.5 - t, & \text{se } 0.5 \leq t < 1.5 \\ 0, & \text{se } t \geq 1.5 \end{cases} \quad (05)$$

$$E_{TM}(t) = \begin{cases} 0, & \text{se } t < 0.5 \\ t - 0.5, & \text{se } 0.5 \leq t < 1.5 \\ 2.5 - t, & \text{se } 1.5 \leq t < 2.5 \\ 0, & \text{se } t \geq 2.5 \end{cases} \quad (06)$$

$$E_{MT}(t) = \begin{cases} 0, & \text{se } t < 1.5 \\ t - 1.5, & \text{se } 1.5 \leq t < 2.5 \\ 1, & \text{se } t \geq 2.5 \end{cases} \quad (07)$$

Optou-se por representar as funções que definem os elementos do Conjunto Fuzzy das horas diárias de estudos extraclasse ( $t$ ) dos alunos através de gráficos e de regras de associação.

## 6.2 VARIÁVEL DE SAÍDA: DESEMPENHO ESCOLAR

As variáveis de saída em um sistema de aplicação de Lógica Fuzzy são responsáveis por representar as respostas de saídas, permitindo a tomada de decisões ou o controle adequado do Sistema Fuzzy. Com base nas funções de pertinência é possível tomar decisões ou realizar ações de controle de acordo com os objetivos do sistema. Por exemplo, em um sistema de controle de temperatura, a variável de saída pode representar a velocidade de um ventilador, em que diferentes níveis de velocidade são determinados com base em regras fuzzy e na função de pertinência resultante. Segundo (CECCONELLO, 2006, p. 49), o papel do defuzzificador é converter cada conclusão obtida pelo método de inferência em um número real que melhor representa a ação a ser tomada.

Ao aplicar as regras dos Conjuntos Fuzzy, as entradas do sistema são combinadas para gerar funções de pertinência resultante para cada Conjunto Fuzzy nas variáveis de saída, indicando o grau de pertinência de cada valor de saída, gerando uma demanda de tomada de decisões a serem adotadas, com base nas entradas e nas regras fuzzy estabelecidas. Segundo (SIMÕES & SHAW, 1999, p. 52).

Na defuzzificação, o valor da variável linguística de saída inferida pelas regras fuzzy

será traduzido num valor discreto. O objetivo é obter-se um único valor numérico discreto que melhor represente os valores fuzzy inferidos da variável linguística de saída, ou seja, a distribuição de possibilidades. Assim, a defuzzificação é uma transformação inversa que traduz a saída do domínio fuzzy para o domínio discreto.

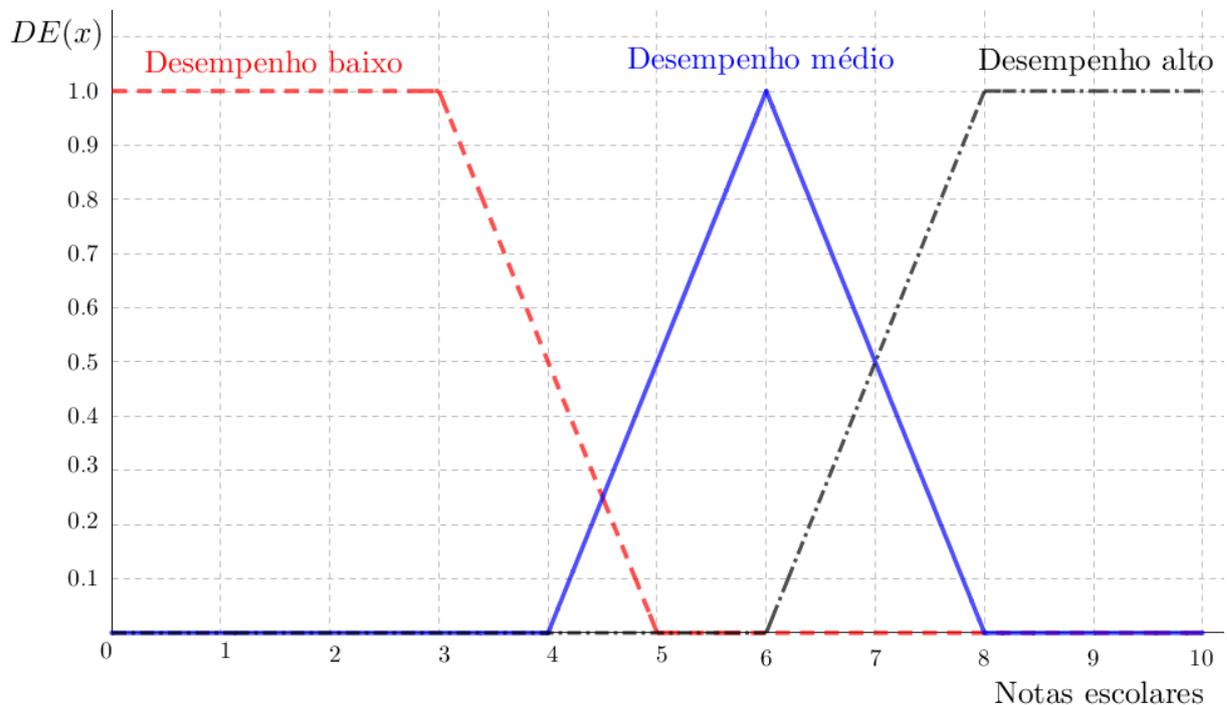
Essa etapa de defuzzificação é crucial para a aplicabilidade prática dos sistemas fuzzy, pois permite que as conclusões inferidas no domínio fuzzy sejam implementadas em sistemas reais e concretos.

Na Seção 7.2.1 serão apresentadas as funções de pertinência que representam o desempenho escolar dentro do Sistema Fuzzy.

### 6.2.1 MODELANDO A FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA DO DESEMPENHO ESCOLAR

A Figura 7 apresenta o gráfico de cada uma das funções de pertinência (Desempenho Escolar Baixo, Desempenho Escolar Médio e Desempenho Escolar Alto) da média das notas obtidas em um período. A fim de melhor visualização, escolhemos plotar as três funções em um mesmo sistema de eixos ortogonais.

Figura 7: Gráficos dos modelos matemáticos das funções de pertinência das notas escolares dos alunos, considerando cada uma das variáveis linguísticas: Desempenho Baixo, Desempenho Médio e Desempenho Alto



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o *software* GeoGebra 5.0

As regras de associação das funções apresentadas na Figura 7 são representadas pelas equações (08), (09) e (10). Elas correspondem, respectivamente, as funções de pertinência do desempenho escolar nas variáveis linguísticas "Desempenho Escolar Baixo", "Desempenho

Escolar Médio" e " Desempenho Escolar Alto".

$$DE_B(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x < 3 \\ \frac{5-x}{2}, & \text{se } 3 \leq x < 5 \\ 0, & \text{se } 5 \leq x < 10 \end{cases} \quad (08)$$

$$DE_M(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x < 4 \\ \frac{x-4}{2}, & \text{se } 4 \leq x < 6 \\ \frac{8-x}{2}, & \text{se } 6 \leq x < 8 \\ 0, & \text{se } 8 \leq x \leq 10 \end{cases} \quad (09)$$

$$DE_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x < 6 \\ \frac{x-6}{2}, & \text{se } 6 \leq x < 8 \\ 1, & \text{se } 8 \leq x \leq 10 \end{cases} \quad (10)$$

De maneira análoga ao tratamento dado às variáveis de entrada, a variável de saída foi modelada tanto graficamente quanto através de regras de associação.

Nas seções 6.1.1, 6.1.2 e 6.2.1 foram apresentadas as funções de pertinência das variáveis de entrada e de saída. A próxima etapa (Seção 7.3) consiste na modelagem de uma situação hipotética utilizando sistemas de regras fuzzy. Serão aplicadas as técnicas e conceitos discutidos até agora para simular um cenário prático, demonstrando como as regras fuzzy podem ser utilizadas para tomar decisões baseadas nos dados fornecidos. Isso permitirá uma compreensão mais clara de como a Lógica Fuzzy pode ser aplicada para prever e analisar o desempenho escolar.

### 6.3 MODELAGEM DE UMA SITUAÇÃO REAL USANDO SISTEMAS DE REGRAS FUZZY

Nesta seção será aplicado o SBRF a fim de estimar o desempenho escolar do Aluno A1, denominação dada para preservar a sua identidade. Para isso, considere as nove regras listadas:

- 1ª: Se dorme pouco tempo e estuda pouco tempo, então o desempenho escolar é baixo.

- 2ª: Se dorme pouco tempo e estuda um tempo médio, então o desempenho escolar é baixo.
- 3ª: Se dorme pouco tempo e estuda muito tempo, então o desempenho escolar é médio.
- 4ª: Se dorme um tempo médio e estuda pouco tempo, então o desempenho escolar é baixo.
- 5ª: Se dorme um tempo médio e estuda um tempo médio, então o desempenho escolar é médio.
- 6ª: Se dorme um tempo médio e estuda muito tempo, então o desempenho escolar é alto.
- 7ª: Se dorme muito tempo e estuda pouco tempo, então o desempenho escolar é médio.
- 8ª: Se dorme muito tempo e estuda um tempo médio, então o desempenho escolar é alto.
- 9ª: Se dorme muito tempo e estuda muito tempo, então o desempenho escolar é alto.

Essa base de regras, que constitui a estratégia para estimar a nota do aluno por meio de Modelagem Fuzzy, pode ser representada de forma matricial, conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 2: Representação matricial da base de regras utilizadas neste trabalho, em que  $d$  e  $t$  são variáveis de entrada que representam, respectivamente, o número de horas dormidas e o tempo de estudos extraclasse dos alunos de uma escola particular da cidade de Colíder-MT

$d$	$S_{PT}$	$S_{TM}$	$S_{MT}$
$t$			
$E_{PT}$	$DE_B$	$DE_B$	$DE_M$
$E_{TM}$	$DE_B$	$DE_M$	$DE_A$
$E_{MT}$	$DE_M$	$DE_A$	$DE_A$

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

A célula sombreada representa a leitura das regras a partir desta matriz:

*se ( $d$  é  $S_{MT}$ ) e ( $t$  é  $E_{TM}$ ) então ( $x$  é  $DE_A$ ),*

em que  $x$  representa a nota do aluno.

Ao longo deste trabalho, não será adotado o padrão brasileiro para a representação de

números decimais. Em vez disso, será utilizada a notação comum em muitos países de língua inglesa, em que o ponto (.) separa a parte inteira da parte decimal de um número.

O Aluno A1 dorme, em média, 7 horas e 30 minutos por dia, e estuda, fora do horário de aula, uma média diária de 2 horas e 15 minutos. Os valores de  $d$  e  $t$  em um determinado instante (ou situação) são:  $d = 7.5$  e  $t = 2.25$ . Nesta situação, tem-se os seguintes valores para as funções de pertinência das variáveis de entrada, conforme mostrado nas equações (11)-(16).

$$S_{PT}(7.5) = 0 \quad (11)$$

$$S_{TM}(7.5) = 0.75 \quad (12)$$

$$S_{MT}(7.5) = 0.25 \quad (13)$$

$$E_{PT}(2.25) = 0 \quad (14)$$

$$E_{TM}(2.25) = 0.25 \quad (15)$$

$$E_{MT}(2.25) = 0.75 \quad (16)$$

Nota-se que das funções de pertinência associadas a horas de sono e estudos extraclasse, apenas as variáveis linguísticas “Tempo Médio” e “Muito Tempo” possuem grau de pertinência diferente de zero. Isso significa que da base de regras, apenas quatro regras foram ativadas (5ª, 6ª, 8ª e 9ª), como ilustrado nas regiões sombreadas no Quadro 3.

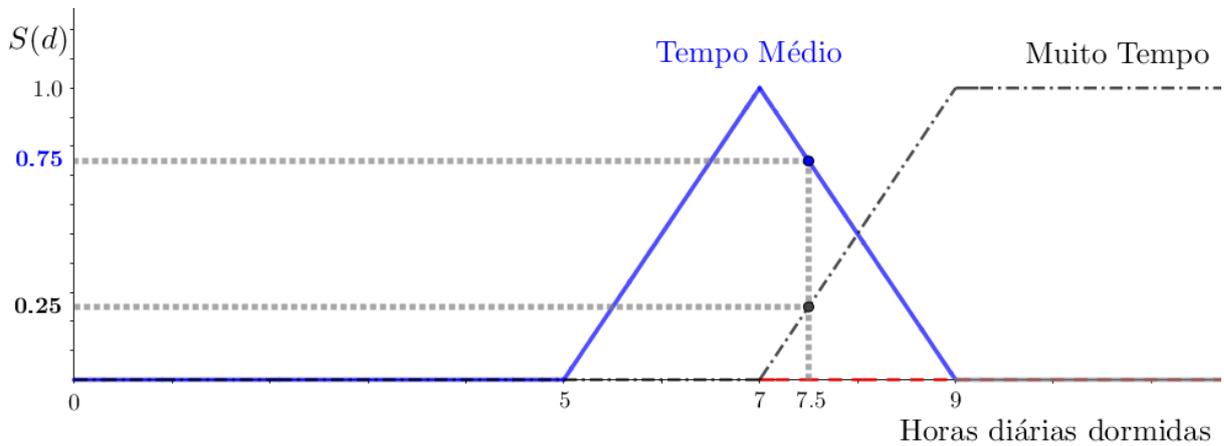
Quadro 3: Regras ativadas na base de regras: Aluno A1

$d \backslash t$	$S_{PT}$	$S_{TM}$	$S_{MT}$
$E_{PT}$	$DE_B$	$DE_B$	$DE_M$
$E_{TM}$	$DE_B$	$DE_M$	$DE_A$
$E_{MT}$	$DE_M$	$DE_A$	$DE_A$

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

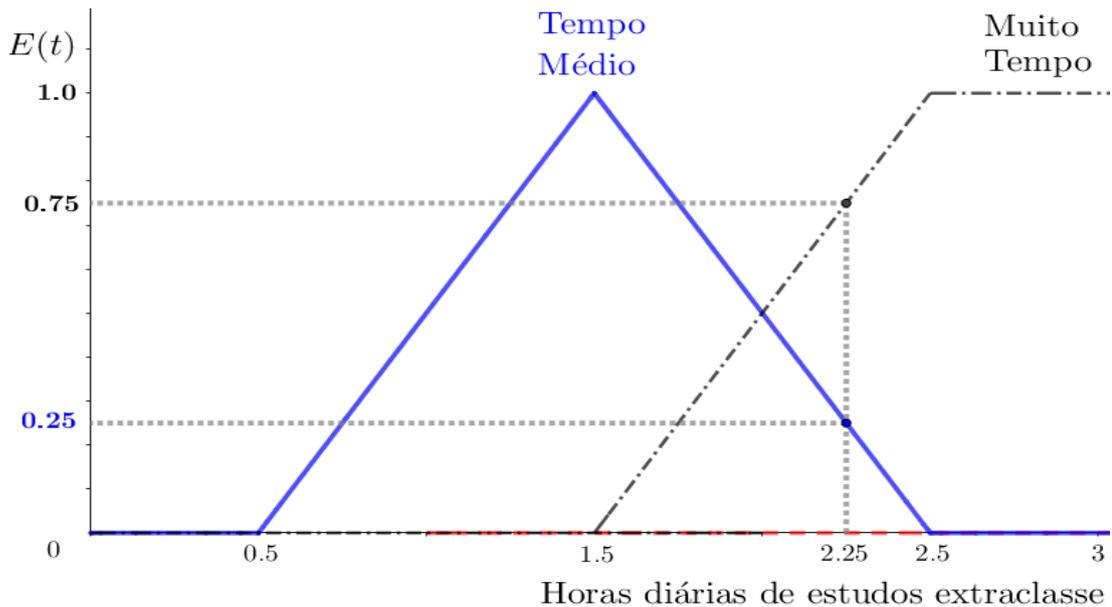
Graficamente, os conjuntos Fuzzy correspondentes a cada uma das variáveis estão representados por suas funções de pertinência nas Figuras 8 e 9.

Figura 8: Funções de pertinência com graus de pertinência diferentes de zero se o aluno dorme diariamente, em média, 7.5 horas



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o *software* GeoGebra 5.0

Figura 9: Funções com graus de pertinência diferentes de zero se o aluno estuda fora da sala de aula diariamente, em média, 2 horas e 15 minutos



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o *software* GeoGebra 5.0

Na expressão para a função de pertinência do Conjunto Fuzzy resultante para cada uma das regras ativadas deve-se levar em conta que, neste caso, há dois antecedentes e um consequente.

Neste trabalho, a Inferência Fuzzy será realizada pelo Método de Mamdani. De acordo com (JAFELICE, 2012), uma regra “Se (*antecedente*) então (*consequente*)” é definida pelo produto cartesiano fuzzy dos Conjuntos Fuzzy que compõem o antecedente e o consequente da regra. O método de Mamdani agrega as regras através do operador lógico OU, que é modelado

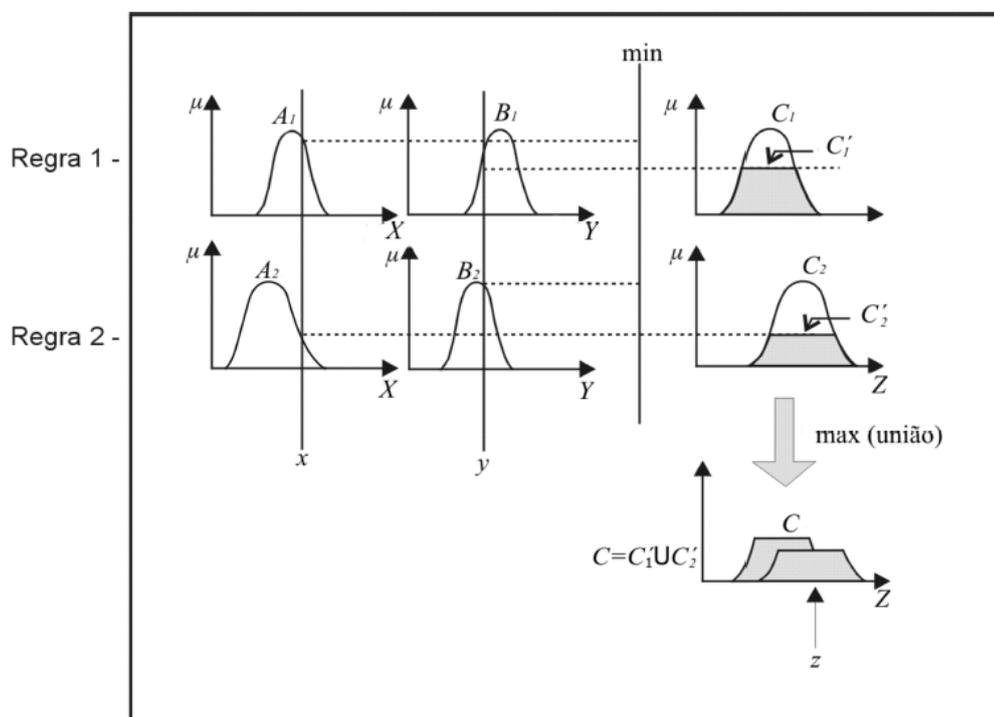
pelo operador máximo e, em cada regra, o operador lógico E é modelado pelo operador mínimo. Por exemplo,

Regra 1: Se ( $x$  é  $A_1$  e  $y$  é  $B_1$ ) então ( $z$  é  $Z_1$ ).

Regra 2: Se ( $x$  é  $A_2$  e  $y$  é  $B_2$ ) então ( $z$  é  $Z_2$ ).

A Figura 10 ilustra como uma saída real  $z$  de um sistema de inferência do tipo Mamdani é gerada a partir das entradas  $x$  e  $y$  reais e a regra de composição max-min. A saída  $z \in R$  é obtida pela defuzzificação do Conjunto Fuzzy de saída  $C = C'_1 \cup C'_2$  da Figura 10.

Figura 10: Método de Mamdani com composição max-min



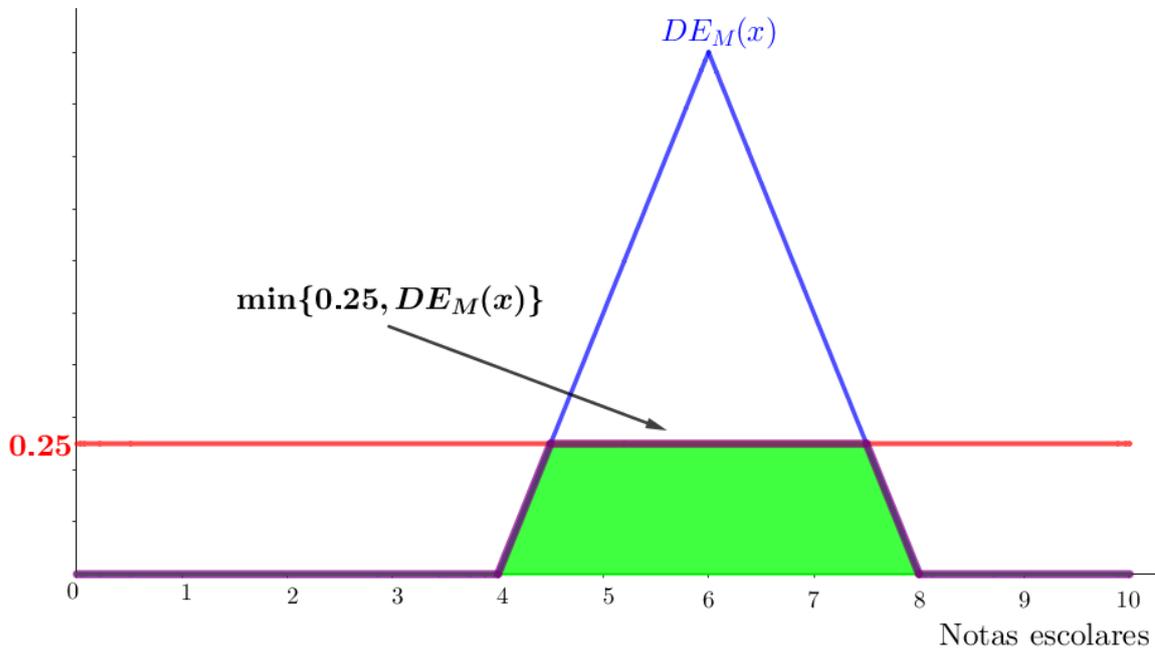
Fonte: Extraído de (JAFELICE, 2012)

Das quatro regras ativadas (ilustradas nas regiões sombreadas no Quadro 3), a saída  $DE_M$  ocorreu apenas na 5ª Regra, enquanto a saída  $DE_A$  ocorreu nas regras 6, 8 e 9.

Para o primeiro caso ( $DE_M$ ), os valores das entradas  $S_{TM}$  e  $E_{TM}$  devem ser combinados pela função min (mínimo), ou seja, o Método de Inferência de Mamdani considera o menor grau de pertinência de cada uma das entradas, como mostrado na Equação (17) e representado graficamente na Figura 11.

$$\begin{aligned} \min\{S_{TM}(7.5), E_{TM}(2.25), DE_M(x)\} &= \\ \min\{0.75, 0.25, DE_M(x)\} &= \\ \min\{0.25, DE_M(x)\} & \end{aligned} \quad (17)$$

Figura 11: Representação gráfica da saída fuzzy “desempenho escolar médio” pelo Método de Mamdani max-min



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o *software* GeoGebra 5.0

Para o segundo caso ( $DE_A$ ), há três entradas que devem ser combinadas (ver Quadro 3) pela função min, isto é, em cada entrada, considera-se o menor grau de pertinência, conforme mostradas nas equações (18)-(20).

$$\begin{aligned} \min\{S_{TM}(7.5), E_{MT}(2.25), DE_A(x)\} &= \min\{0.75, 0.75, DE_A(x)\} \\ &= \min\{0.75, DE_A(x)\} \end{aligned} \quad (18)$$

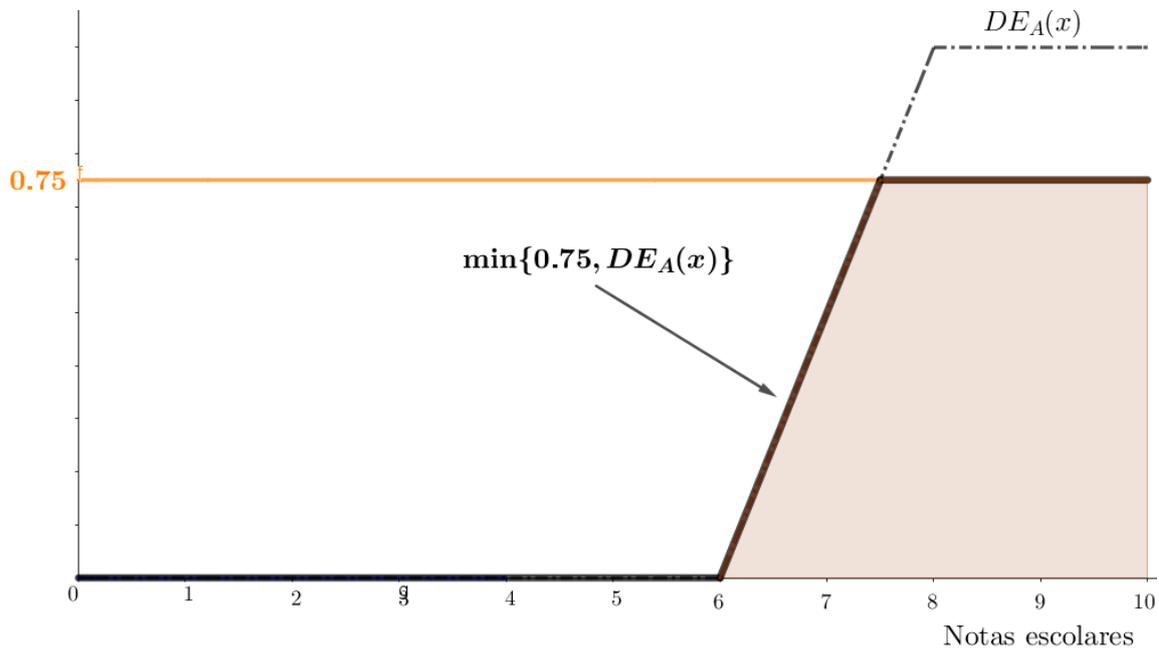
$$\begin{aligned} \min\{S_{MT}(7.5), E_{TM}(2.25), DE_A(x)\} &= \min\{0.25, 0.25, DE_A(x)\} \\ &= \min\{0.25, DE_A(x)\} \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \min\{S_{MT}(7.5), E_{MT}(2.25), DE_A(x)\} &= \min\{0.25, 0.75, DE_A(x)\} \\ &= \min\{0.25, DE_A(x)\} \end{aligned} \quad (20)$$

Pelo Método de Inferência de Mamdani, utiliza-se a função max (máximo), como mostrado na Equação (21) e ilustrado na Figura 12.

$$\begin{aligned} \max\{\min\{0.75, DE_A(x)\}, \min\{0.25, DE_A(x)\}, \min\{0.25, DE_A(x)\}\} &= \\ \min\{0.75, DE_A(x)\} \end{aligned} \quad (21)$$

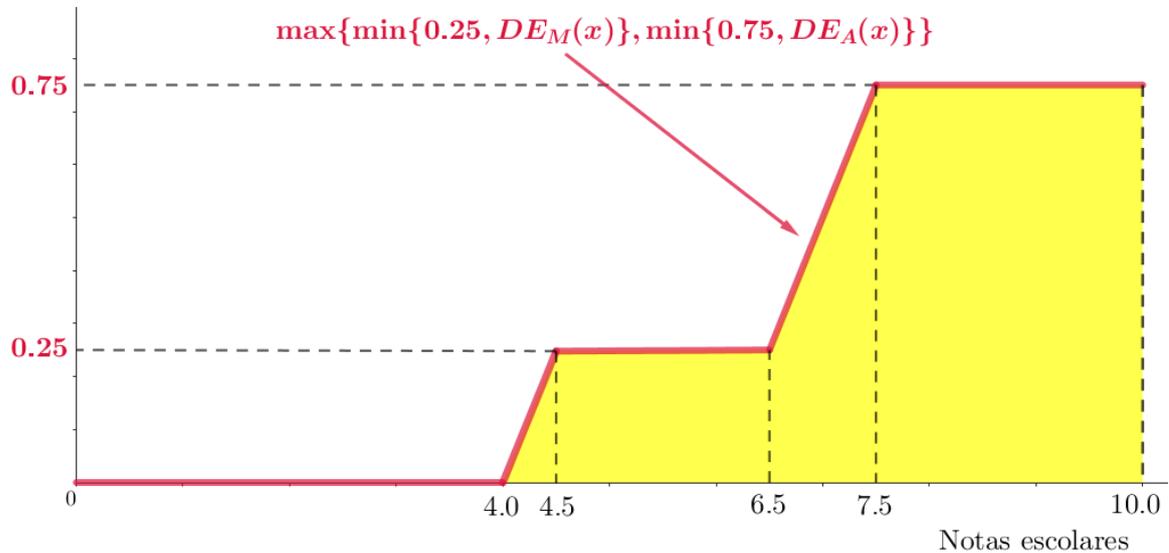
Figura 12: Representação gráfica da saída fuzzy “desempenho escolar alto” pelo Método de Mamdani max-min



Optou-se por realizar a Inferência Fuzzy considerando a análise das saídas ativadas em dois casos: uma para a saída fuzzy  $DE_M$  e outra para a saída  $DE_A$ . No segundo caso, foi aplicada a função máximo, uma vez que mais de uma regra foi ativada, enquanto no primeiro caso isso não foi necessário. No entanto, a decisão de analisar cada caso separadamente foi apenas por escolha didática, pois a aplicação da função máximo nas equações (17)-(20) produz o mesmo resultado, como apresentado na Equação (22) e, cujo gráfico está ilustrado na Figura 13.

$$\max\{\min\{0.25, DE_M(x)\}, \min\{0.75, DE_A(x)\}\} = \begin{cases} 0, & \text{se } x < 4 \\ \frac{x-4}{2}, & \text{se } 4 \leq x < 4.5 \\ 0.25, & \text{se } 4.5 \leq x < 6.5 \\ \frac{x-6}{2}, & \text{se } 6.5 \leq x < 7.5 \\ 0.75, & \text{se } 7.5 \leq x \leq 10 \end{cases} \quad (22)$$

Figura 13: Saída do SBRF (Modelagem Matemática para o desempenho escolar) considerando as entradas  $d = 7.5$  e  $t = 2.25$



Fonte: Desenvolvido pelo autor utilizando o software GeoGebra 5.0

Após o processo do módulo de inferência, obtém-se um Conjunto Fuzzy (Figura 13). A próxima etapa é realizar a defuzzificação, que neste trabalho será efetuada pelo método do centro de gravidade (centro de massa ou centróide). Em outras palavras, será calculado o centro de massa da área destacada na Figura 13, considerando as variáveis linguísticas "desempenho médio" e "desempenho alto" como variáveis de saída relacionadas ao desempenho escolar.

O centro de massa da área destacada na Figura 13 pode ser obtido por meio da Equação (01), que, com algumas modificações na notação matemática, está representada na Equação (23).

$$DE = \frac{\sum_{i=1}^n nota(i) \cdot DE_{saída}(i)}{\sum_{i=1}^n DE_{saída}(i)} \quad (23)$$

Para aplicar a Equação (23), pode-se escolher um universo de pontos igualmente espaçados pertencentes ao intervalo  $[4, 10]$ , visto que fora desse intervalo o grau de pertinência da função  $DE_{saída}$  é igual a 0 (zero). Além disso, quanto mais refinado for o conjunto universo, mais preciso será o cálculo do centro de gravidade, visto que o objetivo é encontrar a média das áreas de todas as figuras que representam os graus de pertinência de um Subconjunto Fuzzy.

Considere o universo  $U = \{4 + k \cdot 0.5; k = 0, 1, \dots, 12\}$ . Aplicando a Equação (23), obtém-se a coordenada  $x$  do centro de gravidade, como mostrado na Equação (24).

$$DE = \frac{49.75}{6.25} = 7.96 \quad (24)$$

Portanto, ao utilizar o método de defuzzificação pelo centro de gravidade, o resultado obtido para estimar a nota do Aluno A1 é 7.96. Assim, este aluno tem uma alta probabilidade de alcançar um bom desempenho.

O método de defuzzificação utilizado neste trabalho aplica-se a domínios discretos. Para domínios contínuos, emprega-se a técnica baseada na integração, conforme ilustrado nas equações (25)-(27).

$$G(DE_{saída}) = \frac{\int_R u \cdot DE_{saída}(u) du}{\int_R DE_{saída}(u) du} \quad (25)$$

$$G(DE_{saída}) = \frac{\int_4^{4.5} x \cdot \frac{x-4}{2} dx + \int_{4.5}^{6.5} x \cdot 0.25 dx + \int_{6.5}^{7.5} x \cdot \frac{x-6}{2} dx + \int_{7.5}^{10} x \cdot 0.75 dx}{\int_4^{4.5} \frac{x-4}{2} dx + \int_{4.5}^{6.5} 0.25 dx + \int_{6.5}^{7.5} \frac{x-6}{2} dx + \int_{7.5}^{10} 0.75 dx} \quad (26)$$

$$G(DE_{saída}) \cong 7.82 \quad (27)$$

Ao utilizar o método de defuzzificação pelo centro de gravidade em domínios contínuos, o resultado obtido para estimar a nota do Aluno A1 foi de 7.82, valor próximo ao encontrado para o caso discreto.

#### 6.4 MODELAGEM DE SITUAÇÕES REAIS USANDO SISTEMAS DE REGRAS FUZZY ALIADA A ESCALA LIKERT

Antes de iniciar a aplicação do Controlador Fuzzy ao problema, é essencial entender a importância da Escala Likert, que será a base para a coleta de dados neste estudo. Ela é uma medida psicométrica amplamente utilizada para avaliar as atitudes, opiniões e sentimentos das pessoas em relação a determinados tópicos. Compreender a história, o papel e as características desta escala nos ajudarão a contextualizar melhor os dados coletados e garantir que a aplicação das técnicas de Modelagem Fuzzy seja adequada e eficaz. Assim, uma breve introdução sobre a Escala Likert é necessária para fundamentar a escolha metodológica e preparar o leitor para a subsequente aplicação prática.

Desenvolvida pelo psicólogo americano Rensis Likert na década de 1930, essa escala baseia-se no pressuposto de que os participantes de uma pesquisa podem expressar sua concordância ou discordância em relação a uma série de afirmações, que são amplamente infinitas. Cada indivíduo entrevistado traz consigo uma carga psicológica emocional que gera uma enorme variabilidade de opiniões dentro do mais simples tema abordado. Segundo (LEITE, 2019).

Rensis Likert, trabalhando em sua tese de Ph.D. pela Columbia University e futuramente diretor do Institute of Social Research em Michigan, publicou em 1932 o livro “A technique for the measurement of attitudes”, onde apresentou ao mundo a sua escala que tinha como objetivo quantificar o que ele chamou de “atitudes sociais”. Sua hipótese era que essas atitudes geravam uma família de comportamentos demonstrados em ações mais específicas que poderiam ser mensuradas com maior facilidade.

A Escala Likert possibilita que os entrevistados expressem graus diferentes de satisfação, podendo expor diferentes variações de atitudes e estímulos, composta por uma sequência de itens ou afirmações relacionadas às variáveis que estão sendo medidas. Os participantes devem indicar seu nível de concordância ou discordância em relação a cada item, as alternativas são fáceis de se relacionar com o que está sendo perguntado, corroborando com o tema do questionário.

As opções de respostas se apresentam de forma gradual, oferecendo níveis distintos, que possibilita aos entrevistados opinarem suas diferentes maneiras de pensar, apresenta opções extremas que vão desde de “o discordo totalmente”, tendo como termo central uma opção de neutralidade ao concordo totalmente. Geralmente, os questionários que apresentam um número ímpar de opções, como evidenciado no Quadro 4, incluem uma variável neutra posicionada centralmente entre as opções de resposta.

Quadro 4: Exemplo Hipotético de uma pergunta elaborada na Escala Likert com número ímpar de opções: classificação de serviços e produtos de uma empresa.

	Muito ruim	Ruim	normal	Bom	Muito bom
Atendimento	<input type="radio"/>				
Instalação	<input type="radio"/>				
Durabilidade	<input type="radio"/>				
Pós-venda	<input type="radio"/>				
Preço	<input type="radio"/>				

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

Essas escalas são comumente classificadas em uma faixa de 5 a 7 pontos, embora sua variação possa ocorrer entre 2 e 7 pontos. A preferência geralmente recai sobre a escala de 5 pontos. No entanto, as escalas de 2 ou 3 pontos podem não oferecer tanta confiabilidade, pois limitam as opções dos entrevistados para expressar suas opiniões, podendo perder detalhes importantes. Por outro lado, as escalas de 7 pontos tendem a ser um pouco mais desafiadoras de tabular. Segundo (DALMORO & VIEIRA, 2013)

Os resultados revelaram que a escala de três pontos é menos confiável e tem menos capacidade de demonstrar com precisão a opinião do entrevistado, mas foi considerada a escala mais fácil e veloz. A escala de cinco pontos teve, em média, a mesma precisão e mostrou-se mais fácil e mais rápida que a escala de sete pontos.

Os pontos de escala são expostos através de variáveis linguísticas que frequentemente são do tipo: "discordo totalmente" a "concordo totalmente" ou de "muito insatisfeito" a "muito satisfeito", mas na teoria trata-se de uma entrevista dentro de uma escala ordinal transacionando a uma escala intervalar. De acordo com (MONTE, 2020),

Escala Likert, a mais conhecida e utilizada, é comumente apresentada como uma escala de cinco ou quatro pontos inteiros variando do "discordo totalmente" ao "concordo totalmente". A importância da escala se dá na necessidade de captar as ideias de determinados grupos para a tomada de decisão. Logo, estas escalas carregam em si a incerteza que permeia a subjetividade de quem responde.

Essa escala é uma ferramenta poderosa para coletar dados quantitativos e compreender as atitudes e opiniões das pessoas de uma forma mais precisa e padronizada, muito utilizada em pesquisas acadêmicas, estudos de mercado, pesquisas de opinião e avaliações de desempenho organizacional. As afirmações podem ser avaliadas de maneira individual dentro de escalas pertinentes.

A principal utilidade da Escala Likert é que ela permite aos pesquisadores mensurarem com maior precisão o grau de concordância ou discordância das pessoas em relação a um determinado tópico. Sua aplicação é simples e pode ser realizada através do Google Formulários, um aplicativo que fornece dados estatísticos da pesquisa já tabulados, permitindo a comparação das respostas de diferentes indivíduos ou grupos de indivíduos.

#### 6.4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS UTILIZADOS PARA RELACIONAR A ESCALA LIKERT COM A LÓGICA FUZZY

O propósito desta seção é apresentar os procedimentos metodológicos utilizados para relacionar a Escala Likert com a Lógica Fuzzy, a fim de analisar a relação entre a qualidade do sono, os estudos extraclasse e o desempenho escolar. Aqui, o Conjunto Fuzzy "horas diárias de sono" será denominado "qualidade do sono", uma terminologia que se alinha melhor às três perguntas do questionário aplicadas aos estudantes no bloco de questões "qualidade do sono".

As respostas dessas questões serão transformadas em valores fuzzy, representando as "horas diárias de sono".

Para usar o questionário fornecido para fazer inferências sobre o desempenho escolar utilizando a Lógica Fuzzy e a Escala Likert, foram realizados os seguintes procedimentos:

1. **Coleta de dados:** Foi aplicado o questionário aos estudantes para coletar suas respostas (ver ANEXO I). Cada pergunta será respondida em uma Escala Likert de 1 a 5.
2. **Definição de Conjuntos Fuzzy e funções de pertinência:** Os Conjuntos Fuzzy para cada bloco (Qualidade do Sono, Estudos Extraclasse, Desempenho Escolar) foram definidos nas seções 6.1.1, 6.1.2 e 6.2.1, respectivamente.
3. **Fuzzificação dos dados:** Nesta etapa, as respostas da Escala Likert devem ser transformadas em valores fuzzy. Cada bloco contém três perguntas, com cinco opções de resposta: discordo totalmente, discordo, neutro, concordo e concordo totalmente. Essas opções serão transformadas em valores numéricos, sendo 1, 2, 3, 4 e 5 pontos, respectivamente.  
O valor médio das respostas das três perguntas de cada bloco será utilizado para determinar o valor da variável associada a esse bloco, a fim de calcular o grau de pertinência em cada Conjunto Fuzzy, seguindo um procedimento análogo ao descrito na Seção 6.3.1, utilizado nas equações (11)-(16).
4. **Criação de regras fuzzy:** As regras fuzzy para relacionar a qualidade do sono e o tempo de estudo extraclasse ao desempenho escolar estão apresentadas na Seção 6.3 e ilustradas no Quadro 2.
5. **Inferência Fuzzy:** Nesta etapa, as regras fuzzy, juntamente com as entradas fuzzificadas, serão combinadas para determinar o desempenho escolar. Esse processo é realizado de maneira semelhante ao apresentado na Seção 6.3.1, culminando na função apresentada na Equação (22), cujo gráfico está ilustrado na Figura 13.
6. **Defuzzificação:** Aqui a saída fuzzy será convertida para um valor nítido (crisp), por meio do método do centroide (método do centro de gravidade ou centro de massa).
7. **Análise e interpretação dos resultados:** Após a defuzzificação, será obtido um valor quantitativo representando o desempenho escolar dos estudantes.

#### 6.4.2 CONVERTENDO AS RESPOSTAS DO BLOCO DA ESCALA LIKERT (QUALIDADE DO SONO) EM VALORES FUZZY CORRESPONDENTES A HORAS DIÁRIAS DE SONO

Conversando com os sujeitos desta pesquisa, optou-se por estimar o número de horas de sono, multiplicando por 2.2 a média  $\bar{d}$  obtida nas respostas das três perguntas do bloco “Qualidade do Sono”, conforme a fórmula apresentada na Equação (28),

$$d = 2.2 \cdot \bar{d} \quad (28)$$

em que  $\bar{d} \in [1, 5]$ .

A escolha do multiplicador 2.2 foi feita porque a pontuação máxima no questionário é 5, e ao multiplicá-la por 2.2, obtém-se 11. Por exemplo, o aluno A1 apresentou as seguintes respostas no bloco “Qualidade do Sono”, conforme ilustradas nas figuras 14, 15 e 16.

Figura 14: Resposta do aluno A1 à Questão 1 do bloco “Qualidade do Sono”

##### 1. Qualidade do Sono

Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria a qualidade do seu sono durante a semana escolar? Eu consigo dormir bem a noite e me sinto descansado ao acordar.

- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

Fonte: Print extraído do questionário respondido pelo aluno A1

Figura 15: Resposta do aluno A1 à Questão 2 do bloco “Qualidade do Sono”

2. Em uma escala de 1 a 5, quão difícil é para você acordar de manhã para ir à escola? Eu geralmente não tenho dificuldade em acordar cedo.

- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

Fonte: Print extraído do questionário respondido pelo aluno A1

Figura 16: Resposta do aluno A1 à Questão 3 do bloco “Qualidade do Sono”

3. Em uma escala de 1 a 5, como você avaliaria seu hábito de ir dormir cedo ou tarde durante a semana escolar? Eu costumo dormir cedo.

- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

Fonte: Print extraído do questionário respondido pelo aluno A1

O bloco “Qualidade do Sono” abrange apenas as questões 1, 2 e 3. Na etapa fuzzificação dos dados, essas opções de respostas serão transformadas em valores numéricos, sendo 1, 2, 3, 4 e 5 pontos, respectivamente. Dessa forma, como as respostas foram “concordo”, “neutro” e “concordo”, segue-se que a média dos valores obtidos nesse bloco é  $\bar{d} = \frac{4 + 3 + 4}{3} = \frac{11}{3} \cong 3.67$  e, portanto, o valor fuzzy obtido da Escala Likert é  $d = 8.07$  horas.

#### 6.4.3 CONVERTENDO AS RESPOSTAS DO BLOCO DA ESCALA LIKERT (ESTUDOS EXTRACLASSE) EM VALORES FUZZY CORRESPONDENTES A HORAS DE ESTUDOS EXTRACLASSE

Durante a aplicação do questionário, foi discutido com os alunos sobre como eles optaram por responder cada item de cada pergunta relacionada ao bloco estudos extraclasse. Com base nisso, os autores desta dissertação concluíram a seguinte relação entre as variáveis “média  $\bar{t}$  dos valores obtidos na Escala Likert” e “tempo  $t$  de estudos extraclasse”, conforme apresentado no Quadro 5.

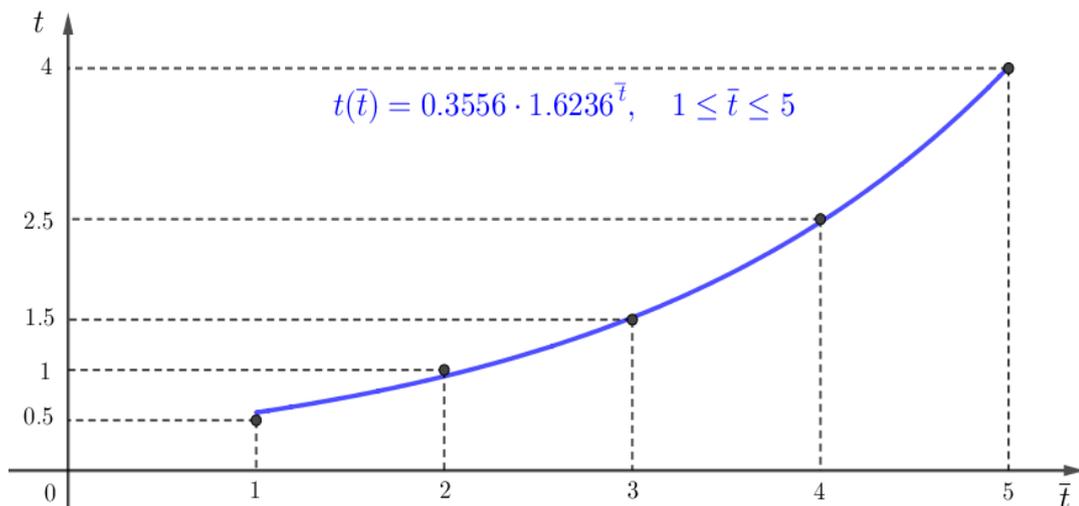
Quadro 5: Relação entre a Média de Estudos Extraclasse (Questionário Likert) e Tempo de Estudos: dados estimados pelos autores deste trabalho a fim de encontrar a função do tipo exponencial que melhor se ajusta aos dados

Média Likert ( $\bar{t}$ )	Tempo de estudos extraclasse (em horas) ( $t$ )
1	0.5
2	1
3	1.5
4	2.5
5	4

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

A partir da lista de pontos apresentada no Quadro 5, foi encontrado a função do tipo exponencial que melhor se ajusta a ela, segundo o método dos quadrados mínimos. A função obtida está ilustrada na Figura 17.

Figura 17: Modelagem da Relação entre a Média de Estudos Extraclasse (Questionário Likert) e Tempo de Estudos: Função do tipo Exponencial Estimada



Fonte: Elaborado pelo autor no *software* GeoGebra 5.0 digitando “Função(Regressão(11, b a^x), 1, 5)” no campo de entrada, em que 11 é uma lista de pontos criada na planilha do *software*.

Por meio de uma mudança de base, essa função foi reescrita conforme mostrado na Equação (29).

$$t(\bar{t}) = 0.3556 \cdot e^{0.4847\bar{t}}, \quad 1 \leq \bar{t} \leq 5 \quad (29)$$

O aluno A1 apresentou as seguintes respostas no bloco “Estudos Extraclasse”, conforme ilustrado nas figuras 18, 19 e 20.

Figura 18: Resposta do Aluno A1 à Questão 4 do bloco “Estudos Extraclasse”

#### 4. Estudos Extraclasse

Em uma escala de 1 a 5, qual é a sua percepção sobre a qualidade do ambiente de estudo em sua casa? O ambiente de estudo em minha casa é silencioso e sem interrupções e o espaço é adequado para minhas necessidades.

- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

Fonte: Print extraído do questionário respondido pelo aluno A1

Figura 19: Resposta do Aluno A1 à Questão 5 do bloco “Estudos Extraclasse”

5. Em uma escala de 1 a 5, quão motivado você se sente para aprender fora do horário escolar? Eu me sinto motivado a aprender e revisar conteúdos mesmo fora do horário escolar

- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

Fonte: Print extraído do questionário respondido pelo aluno A1

Figura 20: Resposta do Aluno A1 à Questão 6 do bloco “Estudos Extraclasse”

6. Em uma escala de 1 a 5, com que frequência você estuda diariamente fora do horário de aula? Eu costumo dedicar tempo aos estudos fora do horário escolar.

- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

Fonte: Print extraído do questionário respondido pelo Aluno A1

O bloco “Estudos Extraclasse” abrange apenas as questões 4, 5 e 6. Como as respostas foram “neutro”, “neutro” e “concordo”, segue-se que a média dos valores obtidos nesse bloco é  $\bar{t} = \frac{3+3+4}{3} = \frac{10}{3}$  e, portanto, o valor fuzzy obtido da Escala Likert é

$$t(10/3) = 1.79,$$

ou seja, estima-se que o tempo médio diário de estudos extraclasse do Aluno A1 é, aproximadamente, igual a 1.79 horas.

#### 6.4.4 ETAPA DE FUZZIFICAÇÃO E DEFUZZIFICAÇÃO

Esta etapa envolve a fuzzificação e defuzzificação dos dados obtidos nas seções 6.4.2 e 6.4.3, aplicando-os ao caso específico do Aluno A1. As respostas da Escala Likert foram transformadas nos seguintes valores fuzzy: (i) 8.07 horas diárias de sono; (ii) 1.79 horas diárias de estudos extraclasse. As colunas 2 e 3 do Quadro 6 apresentam os graus de pertinências das

variáveis de entrada e saída em cada uma das 9 regras fuzzy para relacionar a qualidade do sono e o tempo de estudo extraclasse ao desempenho escolar, apresentadas na Seção 6.3. A última coluna mostra o resultado da aplicação da função mínimo pelo Método de Mamdani, com suas respectivas saídas fuzzy e, na última linha, tem-se o resultado da função máximo aplicada nas 9 saídas fuzzy da última coluna.

Quadro 6: Aplicação do Método de Mamdani max-min para estimar o desempenho escolar do Aluno A1

Regras fuzzy	Horas diárias de sono = 8.07	Horas diárias de estudos extraclasse = 1.79	Função mínimo (Conectivo Fuzzy “e”)
1 <sup>a</sup>	$S_{PT} = 0$	$E_{PT} = 0$	0
2 <sup>a</sup>	$S_{PT} = 0$	$E_{TM} = 0.71$	0
3 <sup>a</sup>	$S_{PT} = 0$	$E_{MT} = 0.29$	0
4 <sup>a</sup>	$S_{TM} = 0.465$	$E_{PT} = 0$	0
5 <sup>a</sup>	$S_{TM} = 0.465$	$E_{TM} = 0.71$	$\min\{0.465, DE_M\}$
6 <sup>a</sup>	$S_{TM} = 0.465$	$E_{MT} = 0.29$	$\min\{0.29, DE_A\}$
7 <sup>a</sup>	$S_{MT} = 0.535$	$E_{PT} = 0$	0
8 <sup>a</sup>	$S_{TM} = 0.535$	$E_{TM} = 0.71$	$\min\{0.535, DE_A\}$
9 <sup>a</sup>	$S_{MT} = 0.535$	$E_{MT} = 0.29$	$\min\{0.29, DE_A\}$
Saída fuzzy= $\max\{\min\{0.465, DE_M\}, \min\{0.29, DE_A\}, \min\{0.535, DE_A\}, \min\{0.29, DE_A\}\}$ = $\max\{\min\{0.465, DE_M\}, \min\{0.535, DE_A\}\}$			

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

Optou-se por realizar a Inferência Fuzzy considerando a análise de todas as saídas, apesar que apenas quatro foram ativadas, conforme pode ser verificado no Quadro 6. No problema apresentado na Seção 6.3, decidiu-se analisar cada caso separadamente, um considerando a saída  $DE_M$  e outro considerando a saída  $DE_A$ . Neste exemplo, a função máximo (max) foi aplicada nas 9 regras fuzzy, cuja saída do SBRF está representado pela função max-min (Regra de Mamdani) no Quadro 6 e reescrita por meio de cinco regras na Equação (30).

$$\max\{\min\{0.465, DE_M(x)\}, \min\{0.535, DE_A(x)\}\} = \begin{cases} 0, & \text{se } 0 \leq x < 4 \\ \frac{x-4}{2}, & \text{se } 4 \leq x < 4.93 \\ 0.465, & \text{se } 4.93 \leq x < 6.93 \\ \frac{x-6}{2}, & \text{se } 6.93 \leq x < 7.07 \\ 0.535, & \text{se } 7.07 \leq x \leq 10 \end{cases} \quad (30)$$

O objetivo agora é converter a saída fuzzy em um valor nítido (crisp), que será obtido pelo método do centro de gravidade. Seja  $U = \{4 + k \cdot 0.5; k=0, 1, \dots, 12\}$  o conjunto universo escolhido, aplicando a Equação (23), obtem-se a coordenada  $x$  do centro de gravidade, como mostrado na Equação (27).

$$DE = \frac{43.4075}{5.82} \cong 7.46 \quad (27)$$

Portanto, ao utilizar o método de defuzzificação pelo centro de gravidade, o resultado obtido para estimar a nota do Aluno 1, relacionando a Escala Likert com a Lógica Fuzzy é igual a 7.46, enquanto no SBRF a nota estimada foi igual a 7.96.

#### 6.4.5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA FUZZY ALIADA À ESCALA LIKERT: UM ESTUDO DE CASO

O objetivo desta seção é aplicar o modelo fuzzy combinado com a proposta de uso da Escala Likert, delineados anteriormente. Os sujeitos da pesquisa são os 9 alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola particular localizada na cidade de Colíder-MT, conforme mencionado no Capítulo 4. Esses alunos receberam a seguinte denominação para preservar suas identidades: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 e A9. Assim, ao longo deste estudo, cada um será referido por sua respectiva designação.

O Quadro 7 apresenta uma estimativa detalhada do desempenho escolar dos 9 alunos que participaram desta pesquisa. Essa análise foi realizada por meio da aplicação do modelo fuzzy descrito neste capítulo. Os valores das variáveis de entrada, como horas de sono e tempo dedicado aos estudos extraclasse, foram obtidos utilizando a Escala Likert, como mostrados nas subseções 6.4.2 e 6.4.3. Além disso, foi incluído o desempenho escolar do 1º Bimestre de cada um dos 9 alunos participantes dessa pesquisa. As notas apresentadas referem-se ao desempenho desses alunos apenas nas avaliações escritas. As notas bimestrais são compostas por provas escritas, avaliação mensal, avaliação simulado, participação e outras formas de composição da

composição das notas.

Quadro 7: Estimativa do desempenho escolar dos alunos utilizando modelos fuzzy e Escala Likert propostos neste trabalho

ALUNO	HORAS DE SONO	TEMPO DE ESTUDOS EXTRACLASSE (Estimativa Likert)	DESEMPENHO ESCOLAR FUZZY (nota escolar)	DESEMPENHO ESCOLAR (notas do 1º Bimestre)
A1	8.07	1.79	7.46	6.43
A2	6.60	1.10	3.91	4.68
A3	4.40	1.10	2.08	6.56
A4	6.60	1.10	3.91	5.31
A5	6.60	1.79	3.37	4.06
A6	8.07	0.80	4.62	3.74
A7	5.87	1.79	4.28	3.43
A8	3.67	0.94	2.10	4.06
A9	8.07	2.47	8.29	8.70
<b>Média</b>	6.44	1.34	4.00	4.66

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

A análise dos dados apresentados no Quadro 7 revela algumas tendências sobre a relação entre horas de sono, tempo de estudos extraclasse e o desempenho escolar dos alunos. Observa-se que os alunos com maior quantidade de sono e tempo dedicado aos estudos tendem a apresentar melhor desempenho escolar. Por exemplo, o aluno A9, que dorme 8.07 horas e estuda 2.47 horas por dia, obteve a nota mais alta, 8.29. Por outro lado, o aluno A3, com 4.40 horas de sono e 1.10 horas de estudo, teve um desempenho significativamente menor, com nota 2.08. A média geral das notas foi 4.00, indicando que, no conjunto, os alunos poderiam melhorar seus desempenhos ao ajustar seus hábitos, tanto do sono quanto dos estudos fora da sala de aula.

O Quadro 7 também apresenta o desempenho escolar estimado pelo modelo fuzzy e as notas reais do 1º bimestre.

Esses erros elevados podem ser atribuídos a várias razões e, uma delas, é a simplicidade do modelo proposto, que foi modelado sem uma análise muito criteriosa, assim como na elaboração do questionário Likert. Contudo, a proposta desta dissertação de mestrado é apresentar elementos inerentes ao estudo sobre Lógica Fuzzy para que o leitor que queira iniciar sua pesquisa neste tema possa utilizá-lo como referência introdutória. Os autores deste trabalho acreditam que os objetivos dessa proposta inicial foram alcançados.

## 6.5 OUTRAS CONTRIBUIÇÕES A PARTIR DO GRADUALISMO DA ESCALA LIKERT

Considerando a perspectiva desta pesquisa em relação a horas de sono e de estudos extraclases como variáveis que compõem o desempenho escolar de estudantes do Ensino Médio, é possível estender o modelo para compreendermos de modo mais fiel os aspectos que podem compor os resultados de desempenho escolar. Neste sentido, pode-se considerar não somente horas de sono, mas sim, a qualidade do sono e a qualidade do ambiente em que os estudos extraclases ocorrem. É uma forma de deixarmos o modelo matemático mais robusto e confiável.

Nesta seção pretende-se apresentar uma possibilidade de descrever a partir da Escala Likert o quanto um estudante ou um grupo de estudantes se aproxima ou se afasta de contextos ideais acerca de qualidade do sono e de seus estudos extraclases. É uma ferramenta que pode ser utilizada por professores para avaliar estes aspectos em suas salas de aula e quando empregada conjuntamente a outros elementos diagnósticos tende a retratar como um determinado coletivo de estudantes se comporta nestes referidos aspectos.

Como já se mencionou, a Escala Likert se caracteriza em manifestar um conjunto de itens que são apresentados como afirmações ou opiniões, para os quais se pede a reação dos participantes entrevistados (SAMPIERI, 2013). No Questionário avaliativo (Anexo I) foram apresentadas dez questões. As questões fizeram menção a afirmações que qualificam o objeto de atitude a ser mensurado e pôde compreender o quanto uma amostra de estudantes considera-se estar incluída nos seguintes conjuntos:

- (1) *Qualidade de Sono;*
- (2) *Momentos de Estudos Extraclasse;*
- (3) *Desempenho Escolar Satisfatório.*

Dessa forma, considerou-se no Questionário três blocos que se referem aos três conjuntos descritos. Na Teoria dos Conjuntos Fuzzy, as relações entre elemento, digamos  $a$ , e conjunto, digamos  $A$ , é determinado por número no intervalo  $[0,1]$ , denominado *grau de pertinência*, que representa o quanto o elemento  $a$  pertence ao conjunto  $A$ . O grau de pertinência, portanto, é interpretado como o *quão inserido* um o elemento está no conjunto, ou ainda, a *conformidade* com que o elemento  $a$  atende aos requisitos que definem o conjunto  $A$ .

Se um elemento tem grau de pertinência 0 (zero) em um determinado conjunto, então tal elemento não pertence ou não está em conformidade com o conjunto. Por outro lado, quando um elemento tem grau de pertinência 1 (um) em um conjunto, interpretamos que tal elemento pertence ou está em total conformidade com o conjunto. As Figuras 21, 22 e 23 trazem questões relacionadas a cada um dos blocos/conjuntos.

Figura 21: Questão retirada do questionário avaliativo em relação ao Bloco/Conjunto “Qualidade do Sono”

**1. Qualidade do Sono**

Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria a qualidade do seu sono durante a semana escolar? Eu consigo dormir bem a noite e me sinto descansado ao acordar.

Discordo totalmente.

Discordo.

Neutro.

Concordo.

Concordo totalmente.

Fonte: Questionário elaborado pelo autor (2024)

Figura 22: Questão retirada do questionário avaliativo em relação ao Bloco/Conjunto “Estudos Extraclasse”

5. Em uma escala de 1 a 5, quão motivado você se sente para aprender fora do horário escolar? Eu me sinto motivado a aprender e revisar conteúdos mesmo fora do horário escolar.

Discordo totalmente.

Discordo.

Neutro.

Concordo.

Concordo totalmente.

Fonte: Questionário elaborado pelo autor (2024)

Figura 23: Questão retirada do questionário avaliativo em relação ao Bloco/Conjunto “Desempenho Escolar”

8. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia seu desempenho em provas e avaliações? Eu me sinto preparado para as provas e avaliações e geralmente obtenho boas notas.

Discordo totalmente.

Discordo.

Neutro.

Concordo.

Concordo totalmente.

Fonte: Questionário elaborado pelo autor (2024)

No contexto desta pesquisa, o gradualismo se representa pela Escala Likert. Esta escala é considerada a escala de verificação mais utilizada em pesquisas que envolvam a percepção das pessoas entrevistadas. Os valores atribuídos a cada elemento da Escala Likert foram 0, 1/4, 1/2, 3/4 e 1 para “Discordo Totalmente”, “Discordo”, “Neutro”, “Concordo” e “Concordo totalmente”, respectivamente.

Assim, é possível mensurar o Grau de Pertinência (GP) de cada estudante em relação a cada bloco/conjunto. Por meio da média aritmética das respostas<sup>1</sup> dos questionários (definindo a função de pertinência), obtemos, por exemplo, que a pertinência da ação “*Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria a qualidade do seu sono durante a semana escolar? Eu consigo dormir bem a noite e me sinto descansado ao acordar.*” possui grau 0.44 no conjunto “Qualidade do sono”, como nos mostra a Equação (28).

$$f_p(x) = \frac{0.75 + 0.50 + 0.25 + 0.50 + 0.50 + 0.50 + 0.25 + 0.25 + 0.50}{9} = 0.44 \quad (28)$$

O Quadro 8 traz os cálculos dos graus de pertinência, que foram realizados por meio da média aritmética das respostas, considerando todos os estudantes.

Quadro 8: Valores relativos ao cálculo da média aritmética das respostas dos questionários

Perguntas por Bloco	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Média por pergunta	Média por bloco	
<b>B1</b>	<b>P1</b>	0.75	0.50	0.25	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25	0.50	<b>0.44</b>	<b>0.48</b>
	<b>P2</b>	0.50	0.75	0.50	0.75	0.75	1.0	0.50	0.0	0.75	<b>0.61</b>	
	<b>P3</b>	0.75	0.25	0.0	0.25	0.25	0.50	0.50	0.25	0.75	<b>0.38</b>	
<b>B2</b>	<b>P4</b>	0.50	0.0	0.50	0.50	0.75	0.50	0.75	0.75	0.75	<b>0.55</b>	<b>0.43</b>
	<b>P5</b>	0.50	0.75	0.25	0.25	0.50	0.0	0.25	0.0	0.75	<b>0.36</b>	
	<b>P6</b>	0.75	0.25	0.25	0.25	0.50	0.0	0.75	0.0	0.75	<b>0.38</b>	
<b>B3</b>	<b>P7</b>	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>
	<b>P8</b>	0.75	1.0	0.50	0.50	0.25	1.0	0.50	0.50	0.50	<b>0.61</b>	
	<b>P9</b>	1.0	1.0	0.50	0.50	0.0	0.75	0.25	0.50	0.50	<b>0.55</b>	
<b>B4</b>	<b>P10</b>	0.50	0.75	0.25	0.75	1.0	0.75	0.25	0.0	0.25	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>
<b>Média geral</b>										<b>0.50</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

Estas análises se concatenam com o raciocínio fuzzy, podendo contribuir e auxiliar na compreensão do conhecimento de especialistas, entendendo que os fenômenos educacionais não são binários, mas sim, que possuem uma complexidade, oportunizando a representação formal (característica da Matemática) aliada ao subjetivismo inerente a processos de avaliação, de modo geral.

Ao supor que se esteja interessado em avaliar as respostas de um estudante, considerando sua individualidade, é interessante considerar suas respostas separadamente. O

<sup>1</sup> As respostas dos estudantes podem ser consultadas no Anexo II em formato de arquivo Excel.

Quadro 9 apresenta os valores calculados para o questionário do estudante E3.

Quadro 9: Valores relativos ao Questionário respondido pelo estudante E3

	Qualidade do Sono - Bloco 1			Estudos Extraclasse - Bloco 2			Desempenho Escolar - Bloco 3		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<b>Discordo totalmente</b>	---	---	0.0	---	---	---	---	---	---
<b>Discordo</b>	0.25	---	---	---	0.25	0.25	---	---	---
<b>Neutro</b>	---	0.50	---	0.50	---	---	0.50	0.50	0.50
<b>Concordo</b>	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>Concordo totalmente</b>	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>Média por bloco: grau de pertinência</b>	0.25			0.33			0.50		

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

Os valores apresentados no Quadro 9 revelam que o grau de pertinência do estudante E3 para o Bloco/Conjunto Qualidade do sono é igual a 0.25, para o Bloco/Conjunto Estudos Extraclasse é igual a 0.33 e por fim, ao Bloco/Conjunto Desempenho Escolar é igual a 0.50, considerando suas respostas no questionário avaliativo. Observa-se que este estudante se afasta do ideal considerado como boa qualidade de sono, assim como quando consideramos o tempo dos estudos extraclasse.

A combinação da mensuração e gradualismo característico da Escala Likert e os conceitos introdutórios da Teoria dos Conjuntos Fuzzy podem apresentar resultados que têm a possibilidade de descrever e interpretar numericamente atributos que, no caso desta pesquisa se referem à relação estabelecida entre qualidade do sono, estudos extraclasse e o desempenho escolar. A existência de conceitos fuzzy possibilitam compreender estes aspectos, que de modo geral são bastante subjetivos e não definidos.

## 7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise realizada neste estudo considera um cenário em que o Aluno A1 dorme, em média, 7 horas e 30 minutos por dia, dedicando-se aos estudos extraclasse por uma média diária de 2 horas e 15 minutos. Utilizando esses dados, as funções de pertinência das variáveis de entrada foram determinadas nas Equações (11)-(16).

As funções de pertinência indicaram que apenas as variáveis linguísticas “Tempo Médio” e “Muito Tempo” possuem graus de pertinência diferentes de zero, ativando, assim, quatro regras da base de regras do modelo, conforme mostrado no Quadro 3. As representações gráficas dos Conjuntos Fuzzy correspondentes às variáveis estão nas Figuras 8 e 9.

O Método de Inferência Fuzzy de Mamdani foi empregado, utilizando o operador lógico máximo para a agregação das regras e o operador mínimo para combinar as entradas dentro de cada regra. A inferência resultou em duas saídas fuzzy distintas: “desempenho escolar médio” e “desempenho escolar alto”, que foram processadas conforme as Equações (17)-(20).

A Figura 13 ilustra a saída do Sistema Baseado em Regras Fuzzy (SBRF) com as entradas  $d = 7.5$  e  $t = 2.25$ . O processo de defuzzificação, realizado pelo método do centro de gravidade, permitiu calcular a nota estimada do Aluno A1, a saber, 7.96.

Essa análise reforça a aplicabilidade da Modelagem Fuzzy em capturar a relação entre variáveis como horas de sono e tempo de estudo, proporcionando também uma ferramenta para a avaliação do desempenho escolar.

Por outro lado, também foi realizada uma estimativa do desempenho escolar do Aluno A1 por meio da Lógica Fuzzy associada à Escala Likert, focando nos resultados obtidos a partir do Questionário.

Para determinar o número de horas de sono do Aluno A1, utilizou-se a fórmula  $2.2 \cdot \bar{d}$  que converte as respostas do bloco “Qualidade do Sono” no número de horas diárias de sono, que foi estimado em 8.8 horas.

Para a estimativa das horas de estudos extraclasse, utilizou-se uma função exponencial ajustada aos dados do Quadro 5, com base nas respostas do Aluno A1 ao bloco “Estudos Extraclasse”. O valor fuzzy correspondente foi calculado como 1.79 horas diárias de estudos extraclasse.

Na etapa de fuzzificação, essas respostas foram transformadas em valores fuzzy. Foram calculados os graus de pertinência das variáveis de entrada (horas de sono e estudos extraclasse) em cada uma das 9 regras fuzzy, seguindo o Método de Mamdani. Das 9 regras fuzzy, quatro foram ativadas com graus de pertinência diferentes de zero. Após o processo de inferência, a

saída fuzzy obtida foi submetida ao método de defuzzificação do centro de gravidade e a nota estimada para o Aluno A1 foi 7.46.

As duas metodologias utilizadas para estimar a nota do Aluno A1 apresentaram valores próximos, ambas indicam um bom desempenho escolar.

Para complementar as análises dos resultados obtidos neste trabalho, foi proposto associar o desempenho escolar ao número de horas de sono, conforme mostrado no Quadro 10. A estimativa do desempenho escolar foi obtida por meio da Modelagem Fuzzy proposta neste trabalho, combinada com a aplicação da Escala Likert. Esse processo utilizou os modelos desenvolvidos nesta seção para fornecer uma avaliação do impacto das horas de sono no desempenho dos alunos, considerando o tempo de estudos extraclasse igual a 2 horas.

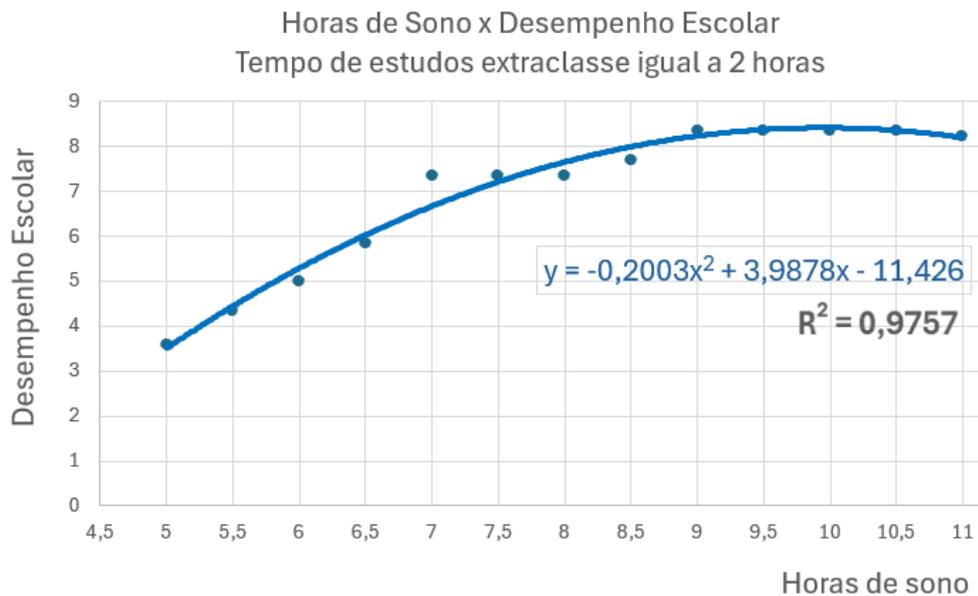
Quadro 10: Relação entre horas de sono e desempenho escolar com modelagem Fuzzy e Escala Likert, considerando fixo 2 horas de estudos extraclasse

<b>Horas de Sono</b>	<b>Desempenho Escolar</b>
5	3.6
5.5	4.37
6	5.01
6,5	5.86
7	7.37
7.5	7.37
8	7.37
8,5	7.71
9	8.37
9.5	8.37
10	8.37
10.5	8.37
10.99	8.25

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

Para encontrar a função que melhor se ajusta aos dados, optou-se por utilizar a função quadrática, com a variável independente variando no intervalo [5, 11], conforme mostrado na Figura 24.

Figura 24: Ajuste quadrático das horas de sono e desempenho escolar, fixando em 2 horas a variável horas de estudos extraclasse



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo Excel

O ajuste quadrático dos dados apresentou um coeficiente de determinação  $R^2 = 0.9757$ . Este valor indica que 97,57% da variabilidade no desempenho escolar dos alunos pode ser explicada pelo modelo quadrático em função das horas de sono. Em outras palavras, o modelo ajustado possui alto grau de precisão, refletindo uma forte correlação entre o número de horas de sono e o desempenho escolar dos alunos.

Observa-se pelo gráfico que o desempenho máximo estimado no gráfico é igual a 8.42. Este valor ocorre quando o número de horas de sono é igual a 9.95. Isto significa que para um aluno que estuda em média 2 horas por dia e dorme cerca de 10 horas diariamente, a nota estimada é de aproximadamente 8.5.

A nota mínima de aprovação é 6.5. Para atingir esse desempenho, um aluno que estuda em média 2 horas diárias, precisa dormir, diariamente, cerca de 6 horas e 45 minutos.

Nesta seção, será analisada a relação entre o tempo médio diário de estudos extraclasse e o desempenho escolar dos alunos. Utilizando a Modelagem Fuzzy desenvolvida neste trabalho, será possível avaliar como o número de horas dedicadas aos estudos fora do horário de aula influencia o desempenho escolar, considerando um cenário específico em que os alunos dormem, em média, 7 horas por noite. Alguns valores que relacionam essas variáveis estão representados no Quadro 11.

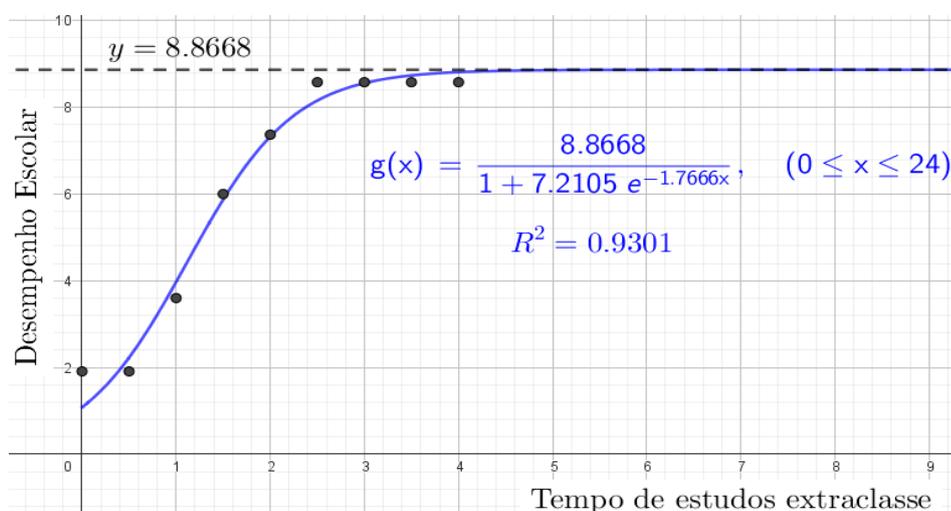
Quadro 11: Relação entre tempo de estudos extraclasse e desempenho escolar com Modelagem Fuzzy e Escala Likert, considerando fixo 7 horas de sono

Estudos Extraclasse	Desempenho Escolar
0	1.91
0.5	1.91
1	3.6
1.5	6
2	7.37
2.5	8.58
3	8.58
3.5	8.58
4	8.58

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Microsoft Word

Os dados apresentados foram utilizados na construção do modelo logístico, como esboçado na Figura 25. O coeficiente de determinação deste ajuste foi de  $R^2 = 0.9301$ .

Figura 25: Modelo logístico utilizado para associar as horas de estudos extraclasse ao desempenho escolar, fixando em 7 horas a variável tempo de sono



Fonte: Elaborado pelo autor no *software* GeoGebra 5.0 digitando “Função(RegressãoLogística(11), 0, 24)” no campo de entrada, em que 11 é uma lista de pontos criada na planilha do *software*.

Nota-se que o desempenho escolar cresce à medida que aumenta o tempo de estudos extraclasse, no entanto, o modelo logístico mostra que o limite suporte é de aproximadamente 8.87.

Estima-se que o desempenho escolar de um aluno que não tem o hábito de estudar fora de sala de aula é igual a 2 (este número representa a nota do aluno). Outro dado relevante extraído do modelo refere-se à nota mínima de aprovação, que é 6.5. Para atingir esse

desempenho, um aluno que dorme 7 horas por noite precisará dedicar aproximadamente 1 hora e 40 minutos diários aos estudos.

Por fim, a aplicação do modelo fuzzy aliado à Escala Likert mostrou-se uma ferramenta que pode ser utilizada para estimar o desempenho escolar dos alunos com base em variáveis subjetivas como qualidade do sono e tempo de estudos extraclasse. Este estudo de caso destaca a utilidade da Lógica Fuzzy em contextos educacionais, permitindo uma análise mais detalhada e precisa das interações entre diferentes fatores que influenciam o desempenho escolar, conforme sugerido na Seção 8.1.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatamos nesta pesquisa que os impactos aos quais a qualidade do sono e o tempo de estudo extraclasse exerce sobre o desempenho escolar dos estudantes do ensino médio são de alta relevância. Compreender esses fatores foi significativo para que nós pudéssemos entender um pouco sobre a essência que essas variáveis acarretam sobre tais comportamentos, na busca de encontrarmos formas efetivas que pudessem corroborar com a melhora dos resultados educacionais.

Embora tenhamos outras variáveis que também exercem influência sobre o desempenho escolar, optamos por focar especificamente na qualidade do sono e no tempo dedicado aos estudos extraclasse. Isso se deve ao fato de que a coleta de dados sobre outras variáveis poderia ser trabalhosa e exigir recursos significativos, além de aumentar a complexidade do estudo e a interpretação dos resultados.

No entanto, é importante ressaltar que outras variáveis como atividades extracurriculares, ambiente de estudo em casa, saúde mental, bem-estar, relacionamento com professores e colegas, motivação e interesse pelo aprendizado, também podem desempenhar grande influência sobre o fator final que sempre almejamos na educação escolar que é a busca pela eficiência cada vez melhor em busca do bom desempenho escolar. Salientamos que essas variáveis podem ser consideradas em estudos futuros para fornecer uma compreensão ainda mais abrangente sobre o assunto.

A aplicação do modelo fuzzy combinado com a Escala Likert demonstrou a eficácia dessa abordagem na avaliação do desempenho escolar de alunos de uma turma do ensino médio. A análise revelou uma correlação entre a qualidade do sono, tempo de estudos extraclasse e desempenho escolar. Embora o modelo tenha apresentado uma média de erro relativo de 0.64%, variações significativas foram observadas em casos individuais, destacando a necessidade de ajustes no modelo. A utilização da Teoria dos Conjuntos Fuzzy e da Escala Likert proporcionou uma compreensão mais detalhada e quantitativa dos fatores que influenciam o desempenho escolar. Isso traduz na viabilidade desta metodologia como uma ferramenta introdutória para futuras pesquisas, especialmente na área da educação.

### 8.1 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para expandir e aprofundar esta pesquisa sobre o impacto da qualidade do sono e tempo de estudo no desempenho escolar utilizando Lógica Fuzzy, seguem algumas

sugestões de trabalhos futuros que podem ser considerados:

- **Inclusão de outras variáveis relevantes:** Como mencionado no resumo da dissertação, há várias outras variáveis que podem influenciar o desempenho escolar, como atividades extracurriculares, ambiente de estudo em casa, saúde mental, relacionamento com professores e colegas, motivação, entre outras. Um trabalho futuro poderia explorar como incorporar essas variáveis adicionais na Modelagem Fuzzy e avaliar seu impacto combinado no desempenho escolar.
- **Inclusão de diferentes contextos educacionais:** Ampliar o estudo para incluir diferentes contextos educacionais, como escolas urbanas versus rurais e públicas versus privadas. Isso poderia ajudar a entender como fatores contextuais influenciam as relações entre sono, estudo e desempenho escolar.
- **Desenvolvimento de um modelo fuzzy baseado em escalas Likert:** Elaborar um modelo fuzzy que integre respostas de escalas Likert sobre variáveis psicossociais, como qualidade do sono, relacionamento com professores e colegas, motivação para aprender, entre outros, para prever o desempenho escolar dos alunos de qualquer grau de escolaridade.

## REFERÊNCIAS

- AGUADO, Alexandre Garcia, CANTANHEDE, Marco André. (Artigo científico em 2000). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Tecnologia. 1888 – 13484-332. Limeira – SP – Brasil.
- ALMEIDA, A. J. S. **Modelo de predição para o mercado acionário baseado na Lógica Fuzzy**. (Mestrado em 2015). Universidade Federal do Maranhão. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade. São Luís, 2015. <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/tede/289> . Acesso em 17 de jan. 2024.
- ALONSO, V. S. **Modelagem Fuzzy no Ensino de Matemática: o diagnóstico da COVID-19 e outras aplicações**. (Mestrado em 2022). Colégio Pedro II, Pró-reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – Profmat, Rio de Janeiro, 2022. [https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=6688&id2=171055274](https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=6688&id2=171055274) . Acesso em 6 de dez. 2023.
- ANDRADA, P. C. OLIVEIRA, M. C. CRUZ, Pâmela S. G. CORREIA, C. M. R. PAIVA, M. **O Desinteresse dos alunos de ensino médio pela escola na atualidade**. (Artigo científico). Educational Psychology; Disinterest; High school students. Disponível em <file:///E:/Meus%20documentos/Documents/PROFMAT%202022/GALOIS/ROTINA%20DE%20ESTUDOS/DESINTERESSE%20NA%20ESCOLA%20DA%20ATUALIDADE.pdf> Acesso em 24/02/2024
- BATISTA, G. A., SILVA, T. N., OLIVEIRA, M. R., DINIZ, P. R. B., LOPES, S. S., OLIVEIRA, L. M. F. T. **Associação entre a percepção da qualidade do sono e a assimilação do conteúdo abordado em sala de aula**. Revista Paulista de Pediatria RPPED. Volume 3, p. 36. 2018. DOI: [10.1590/1984-0462/2018;36;3;00008](https://doi.org/10.1590/1984-0462/2018;36;3;00008). Disponível em <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2018;36;3;00008>. Acesso em 06/05/2024.
- BARROS, L. C. BASSANEZI, R. C. Tópicos de lógica fuzzy e biomatemática. Campinas, SP: UNICAMP/IMECC – Textos Didáticos, v.5, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofin](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofin) .Acesso em: 13 abr. 2024.
- BELLUSCI, Silvia Meirelles. Doenças profissionais ou do trabalho. São Paulo: Editora são Paulo, 11ª edição, 1996.
- BZUNECK, J. A. MEGLIATO, J. G. P. RUFINI, S. É. **Engajamento de adolescentes nas tarefas escolares**. Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, SP. Volume 17, Número 1, Janeiro/Junho de 2013: 151-161. Disponível em <https://www.scielo.br/j/pee/a/xMTb34n9hW6RJxhq94rnfSB/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em 3 de fev. de 2024.
- CECCONELLO, M. S. (2006). **Modelagem alternativa para dinâmica populacional: Sistemas dinâmicos fuzzy**. (Dissertação de Mestrado 2006) IMECC – UNICAMP, Campinas/SP, 2006.

[file:///E:/Meus%20documentos/Downloads/ceconello\\_moiseisdossantos\\_m%20\(2\).pdf](file:///E:/Meus%20documentos/Downloads/ceconello_moiseisdossantos_m%20(2).pdf).

Acesso em 19 de maio 2024.

CIAMPO, L. A. D. **O sono na adolescência**. Rev. Adolesc. Saúde, 2012. (Artigo científico).  
chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Luiz-Ciampo/publication/289220952\_Sleep\_in\_adolescence/links/5f689c45458515b7cf44a581/Sleep-in-adolescence.pdf. Acesso em 25/02/2024.

COLÉGIO VISÃO, **Especial 30 Anos Colégio Visão**. <https://colegiovisao.com/nossa-historia/especial-30-anos-colegio-visao#:~:text=Em%201%C2%BA%20de%20outubro%20de,Ensino%20Fundamental%20e%20Ensino%20M%C3%A9dio> . Acesso em 30 de maio 2024.

COSTA, J. L. **Modelagem e controle fuzzy**. (Mestrado em 2017). Universidade Federal do ABC. Centro de Matemática, Computação e Cognição. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, Santo André, 2017.  
[http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo\\_sophia=107441](http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo_sophia=107441) . Acesso em 2 de dez. 2023.

DALMORO, Marlon. VIEIRA, Kelmara Mendes. Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? RGO – Revista Gestão Organizacional / Vol. 6 – edição especial. - 2013  
<file:///E:/Meus%20documentos/Documents/PROFMAT%202022/GALOIS/DILEMAS%20NA%20CONSTRU%C3%87%C3%83O%20DE%20ESCALAS%20TIPO%20LIKERT.pdf>. Acesso em 03/03/2024.

SCHOEN-FERREIRA, T. H. AZNAR-FARIAS, M. e SILVARES, E. F. M. **Adolescência através dos séculos**. *Psicologia: teoria e pesquisa*, v. 26, n. 2, p. 227-234, 2010 Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-37722010000200004> . Acesso em: 12 maio 2024.

GAYER, F. A. M. **A Matemática está em tudo**: modelagem fuzzy para um problema da indústria e uma proposta de aplicação no Ensino Médio. (Mestrado em 2017). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Câmpus de Rio Claro. 2017. [https://sca.profmtat-sbm.org.br/profmtat\\_tcc.php?id1=3697&id2=150560189](https://sca.profmtat-sbm.org.br/profmtat_tcc.php?id1=3697&id2=150560189). Acesso em 13 de nov. 2023.

JAFELICE, R. BARROS, L. C. BASSANEZI, R. C. **Teoria dos conjuntos fuzzy com aplicações**. Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional. São Carlos-SP. Vol. 17. ISBN: ISSN 2236-5915. 2012.

HAJE, Lara. Fonte: Agência Câmara de Notícias. Câmara dos Deputados, Educação, Cultura e Esportes. <https://www.camara.leg.br/noticias/499069-problemas-do-ensino-medio-incluem-desinteresse-do-aluno-baixa-qualidade-e-falta-de-professores/> . Acesso em 29 de janeiro de 2024.

KUMON BRASIL. 2023. <https://www.kumon.com.br/blog/criancas-ficam-sobrecarregadas-por-estudar-demais/> . Acesso em 18/02/2024.

LAGHETTO, B. K. **Um modelo matemático para estimar o risco de desenvolver câncer**

**de pulmão por meio de sistemas fuzzy.** (Mestrado em 2016). Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Sorocaba, 2016.  
<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8040> . Acesso em 27 de nov. 2023.

LEITE, R. **Escala Likert aplicada à experiência do usuário** — Parte 1. (Artigo científico em 2019). Medium. <https://medium.com/@renato.cleite/escala-likert-parte-1-c46da91a8b92>. Acesso em 2 de jun. 2024

KLIR, G. J.; FOLGER, T. A. Fuzzy sets, uncertainty, and information. Prentice Hall, 1988.

KLIR, G. J.; YUAN, B. **Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications.** Prentice Hall, 1995. <http://www.pzs.dstu.dp.ua/logic/bibl/yuan.pdf> . Acesso em 10 de abr. 2024.

MACHADO, E. R. M. D. **Modelagem e controle de sistemas fuzzy Takagi-Sugeno.** (Mestrado em 2003). UNESP – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Departamento de Engenharia Elétrica. São Paulo, 2003.  
<http://acervodigital.unesp.br/handle/11449/101978> . Acesso em 25 de mar. 2024.

MARINS, L. R. **Diagnóstico médico por meio de relações fuzzy:** Dengue, Chikungunya ou Zika. (Mestrado em 2016). Universidade Federal de São Carlos- UFSCAR. Centro de Ciências Exatas e Tecnologias. Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Sorocaba, 2016. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12072> . Acesso em 20 de nov. 2023)

MATSUMOTO, E. M. **Uma opção para orientar o estudo além da sala de aula presencial.** (Mestrado em 2015). (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.  
<http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/11658>. Acesso em 07 de fev. 2024.

MONTE, L. G. **Escala Likert difusa:** um estudo sobre diferentes abordagens. (Trabalho de conclusão de graduação em 2020). Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências. Departamento de Estatística e Matemática Aplicada. Curso de Graduação em Matemática industrial. Fortaleza, 2020. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/65678>. Acesso em 15 de dez. 2023.

MUSARRA, P. E. **Modelagem fuzzy do tempo de vida útil de um transformador e proposta pedagógica de construção de uma turbina hidrelétrica utilizando Modelagem Matemática.** (Mestrado em 2019). Universidade Estadual Paulista – UNESP. “Júlio de Mesquita Filho”. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Câmpus de Rio Claro. 2019. <https://profmatt-sbm.org.br/dissertacoes/?aluno=&titulo=fuzzy&polo=> . Acesso em 19 de dez. 2023.

NARCISO, V. F. **Um sistema baseado em regras fuzzy para avaliação conceitual.** (Mestrado em 2019). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS. Programa de mestrado profissional em matemática em rede nacional – PROFMAT. Unidade Universitária de Dourados. Dourados - MS, 2019. [https://sca.profmatt-sbm.org.br/profmatt\\_tcc.php?id1=5140&id2=170340044](https://sca.profmatt-sbm.org.br/profmatt_tcc.php?id1=5140&id2=170340044) . Acesso em 12 de nov. 2023.

OLIVEIRA, F. C. **Lógica Fuzzy: uma ferramenta para auxílio à tomada de decisão com relação a fatores que interferem no rendimento escolar.** (Tese de mestrado em 2014). Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Departamento de Matemática. Programa de Mestrado Profissional em Matemática em rede Nacional – PROFMAT. Porto Velho, 2014. <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1222>. Acesso em 17 de jan. 2024)

PACHECO, P. G. **Análise de variação de preços utilizando Cadeias de Markov e Lógica Fuzzy.** (Tese de mestrado em 2019). Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Departamento de Matemática. Programa de mestrado profissional em matemática em rede nacional – PROFMAT. Cuiabá – MT, 2019. <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/2696>. Acesso em 28 de jan. 2024.

PARAGINSKI, A. L. **Melatonina: O hormônio do escurecer.** (Artigo científico, 2014). Revista UCS, Universidade de Caxias do Sul. 2014. <https://www.ucs.br/site/revista-ucs/revista-ucs-15a-edicao/no-ritmo-do-relogio-biologico/>. Acesso em 25 de jan. de 2024.

PISSINI, M. M. **Um estudo fuzzy para propor um modelo matemático como auxílio ao diagnóstico médico das faringotonsilites.** (Dissertação de mestrado em 2019). Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Mestrado Profissional em Rede Nacional – PROFMAT. Sorocaba, 2019. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11116>. Acesso em 10 de jan. 2024)

RAMALHO, M. C. **Características de sono em adolescentes: relação com fatores de risco componentes do score Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth.** (Dissertação de mestrado em 2015). Universidade Estadual da Paraíba. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Mestrado em Saúde Pública. Campina Grande – PB, 2015. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/2684>. Acesso em 15 de fev. 2024.

RIOS, R. G. **Avaliação do risco de contaminação com COVID-19: Um estudo através de um Sistema Baseado em Regras Fuzzy.** (Mestrado em 2021). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Campus São Paulo. Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. São Paulo - SP, 2021. [https://sca.profmatsbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=6499&id2=171054425](https://sca.profmatsbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=6499&id2=171054425) . Acesso em 20 de nov. 2023.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. Artificial intelligence: a modern approach. Pearson, 2016.

SANTOS, A. F. A. C. **Lógica Fuzzy.** (Mestrado em 2014). Universidade Federal de Sergipe. Pro-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Programa de Pós-Graduação em Matemática. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. São Cristóvão – SE, 2014. [https://www.escavador.com/sobre/6086074/antonio-fernandes-antero-cardoso-dos-santos#google\\_vignette](https://www.escavador.com/sobre/6086074/antonio-fernandes-antero-cardoso-dos-santos#google_vignette). Acesso em 13 de dez. 2023.

SANTOS, R. R. **Uma proposta para introdução da Lógica Fuzzy no ensino médio.** (Dissertação Mestrado em 2022) — Universidade Estadual Sudoeste da Bahia - BA. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, Vitória da Conquista, 2022. [https://sca.profmatsbm.org.br/profmat\\_tcc.php?id1=6787&id2=171054162](https://sca.profmatsbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=6787&id2=171054162) . Acesso em 18 de dez. 2023.

SILVA, A. L. **Um estudo sobre sistemas baseados em regras fuzzy.** (Mestrado em 2020). Universidade Federal de São Carlos, CENTRO de Ciências Exatas e Tecnologia. Mestrado

profissional em matemática em rede – PROFMAT. Sorocaba, 2020.  
<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12729?show=full&locale-attribute=es>. Acesso em 15 de dez. 2023.

SILVA, C. R. P. **Lógica fuzzy: uma perspectiva para avaliações**. (Mestrado em 2018). Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Maceió – AL, 2018.  
<http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/4610>. Acesso em 15 dez. 2023.

SILVA, D. J.; PAGNI, P. A. A educação na filosofia de Sócrates. In: Pagni, P. A.; Silva, J. D. (orgs.). Introdução à filosofia da educação: temas contemporâneos e história. São Paulo: Avercamp. 19-34, 2007.

SILVA, M. F. **Uma proposta de aplicação da lógica fuzzy no ensino médio**. (Mestrado em 2018). Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Instituto de ciências exatas. Programa de Pós-graduação em Matemática. Mestrado profissionalizante em matemática em rede – PROFMAT. Manaus, 2018. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6619>. Acesso em 17 dez. 2023.

SIMÕES, M. G. SHAY, I. S. **Controle e Modelagem Fuzzy**. 2ª edição revista ampliada. Em co-edição com: FAPESP – Fundação de Amparo À Pesquisa do Estado de São Paulo. Editora Blucher. São Paulo, 1999.

SOARES, E. R. M. **O dever de casa no contexto da avaliação das aprendizagens**. (Mestrado em 2011). Universidade de Brasília. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Mestrado em Educação, Brasília, 2011.  
<http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/7946>. Acesso em 08 jan. 2024.

XEXÉO, G. B. Conjuntos e Lógica Fuzzy: Introdução à Teoria e Aplicações, Editora Ciência Moderna Ltda, Rio de Janeiro, RJ. ISBN: 978-65-5842-195-5. 2022.

YAMASSAKI, V. M. **Combinando modelos de Machine Learning com Lógica Fuzzy — Parte 1**, (Artigo científico). Disponível em: <https://medium.com/creditas-tech/combinando-modelos-de-machine-learning-com-l%C3%B3gica-fuzzy-parte-1-b5a9f0761a5d>. Acesso em 24 de novembro de 2023.

ZAGO, L. A. **Modelagem matemática por meio de sistemas fuzzy: um instrumento para avaliação de autismo**. (Tese de mestrado em 2019). Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Mestrado Profissional em Rede Nacional – PROFMAT, Sorocaba, 2019. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11125?show=full>. Acesso em 05 jan. 2024.

## ANEXO

### ANEXO I: QUESTIONÁRIO BASEADO NA ESCALA LIKERT PARA INVESTIGAR O IMPACTO DA QUALIDADE DO SONO E DO TEMPO DE ESTUDO EXTRACLASSE NO DESEMPENHO ESCOLAR, COM O USO DA MODELAGEM FUZZY

O questionário foi desenvolvido utilizando as características da escala Likert com o propósito de investigar o impacto da qualidade do sono e do tempo dedicado ao estudo extraclasse no desempenho escolar, utilizando a Modelagem Fuzzy como abordagem analítica.

#### **Qualidade do Sono**

1. Em uma escala de 1 a 5, como você classificaria a qualidade do seu sono durante a semana escolar? Eu consigo dormir bem a noite e me sinto descansado ao acordar.  
 Discordo totalmente.  
 Discordo.  
 Neutro.  
 Concordo.  
 Concordo totalmente.
  
2. Em uma escala de 1 a 5, quão difícil é para você acordar de manhã para ir à escola? Eu geralmente não tenho dificuldade em acordar cedo.  
 Discordo totalmente.  
 Discordo.  
 Neutro.  
 Concordo.  
 Concordo totalmente.
  
3. Em uma escala de 1 a 5, como você avaliaria seu hábito de ir dormir cedo ou tarde durante a semana escolar? Eu costumo dormir cedo.  
 Discordo totalmente.  
 Discordo.  
 Neutro.  
 Concordo.  
 Concordo totalmente.

**Estudos Extraclasse**

4. Em uma escala de 1 a 5, qual é a sua percepção sobre a qualidade do ambiente de estudo em sua casa? O ambiente de estudo em minha casa é silencioso e sem interrupções e o espaço é adequado para minhas necessidades.
- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.
5. Em uma escala de 1 a 5, quão motivado você se sente para aprender fora do horário escolar? Eu me sinto motivado a aprender e revisar conteúdos mesmo fora do horário escolar.
- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.
6. Em uma escala de 1 a 5, com que frequência você estuda diariamente fora do horário de aula? Eu costumo dedicar tempo aos estudos fora do horário escolar.
- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

**Desempenho Escolar**

7. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia seu desempenho nas aulas? Eu entendo bem os conteúdos apresentados durante as aulas e participo ativamente.
- Discordo totalmente.
- Discordo.
- Neutro.
- Concordo.
- Concordo totalmente.

8. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia seu desempenho em provas e avaliações? Eu me sinto preparado para as provas e avaliações e geralmente obtenho boas notas.
- Discordo totalmente.
  - Discordo.
  - Neutro.
  - Concordo.
  - Concordo totalmente.
9. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia seu desempenho em tarefas e projetos escolares? Eu entrego todas as minhas tarefas e projetos dentro do prazo.
- Discordo totalmente.
  - Discordo.
  - Neutro.
  - Concordo.
  - Concordo totalmente.

### **Saúde Mental**

10. Em uma escala de 1 a 5, como você descreveria seu nível de estresse durante a semana escolar? Eu me sinto calmo(a) e relaxado(a) e consigo gerenciar bem meu estresse durante a semana escolar.
- Discordo totalmente.
  - Discordo.
  - Neutro.
  - Concordo.
  - Concordo totalmente.

## ANEXO II: RESPOSTAS DOS ESTUDANTES-QUESTIONÁRIO LIKERT

B	C	D	E	F	G
Endereço de e-mail	<b>Qualidade do Sono</b>	de manhã para ir à escola	de ir dormir cedo ou	<b>Estudos Extraclasse</b>	horário escolar? Eu
A1	Concordo.	Concordo.	Neutro.	Concordo.	Neutro.
A2	Neutro.	Concordo.	Discordo.	Discordo totalmente.	Concordo.
A3	Discordo.	Neutro.	Discordo totalmente.	Neutro.	Discordo.
A4	Neutro.	Concordo.	Discordo.	Neutro.	Discordo.
A5	Neutro.	Concordo.	Discordo.	Concordo.	Neutro.
A6	Neutro.	Concordo totalmente.	Neutro.	Neutro.	Discordo totalmente.
A7	Discordo.	Neutro.	Neutro.	Concordo.	Discordo.
A8	Discordo.	Discordo totalmente.	Discordo.	Concordo.	Discordo totalmente.
A9	Neutro.	Concordo.	Concordo.	Concordo.	Concordo.

H	I	J	K	L
mente fora do horário de	<b>Desempenho Escolar</b>	avaliações? Eu me	refreias e projetos esc	<b>10. Saúde Mental</b>
Neutro.	Concordo.	Concordo.	Concordo totalmente.	Neutro.
Discordo.	Concordo.	Discordo totalmente.	Concordo totalmente.	Concordo.
Discordo.	Neutro.	Neutro.	Neutro.	Discordo.
Discordo.	Neutro.	Neutro.	Neutro.	Concordo.
Neutro.	Neutro.	Discordo.	Concordo totalmente.	Concordo totalmente.
Discordo totalmente.	Concordo.	Concordo totalmente.	Concordo.	Concordo.
Concordo.	Discordo.	Neutro.	Discordo.	Discordo.
Discordo totalmente.	Neutro.	Neutro.	Neutro.	Discordo totalmente.
Concordo.	Concordo.	Neutro.	Neutro.	Discordo.