

UM SISTEMA DE INTERVENÇÃO COMPUTACIONAL PARA RASTREIO E
MONITORAMENTO DE LEITURA EM UMA PROPOSTA DE RTI

Jorge Juan Zavaleta Gavidia

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientadores: Luís Alfredo Vidal de Carvalho

Renata Mousinho Pereira da Silva

Rio de Janeiro

Março de 2017

UM SISTEMA DE INTERVENÇÃO COMPUTACIONAL PARA RASTREIO E
MONITORAMENTO DE LEITURA EM UMA PROPOSTA DE RTI

Jorge Juan Zavaleta Gavidia

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Examinada por:

Prof. Geraldo Bonorino Xexéo, D.Sc.

Prof. Luís Alfredo Vidal de Carvalho, D.Sc.

Profa. Renata Mousinho Pereira da Silva, Dra.

Prof. Felipe Maia Galvão França, Ph.D.

Prof. Sérgio Manuel Serra da Cruz, D.Sc.

Profa. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2017

Gavidia, Jorge Juan Zavaleta

Um sistema de intervenção computacional para rastreamento e monitoramento de leitura em uma proposta de RTI / Jorge Juan Zavaleta Gavidia. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

XV, 152 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Luís Alfredo Vidal de Carvalho

Renata Mousinho Pereira da Silva

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 108-116.

1. Modelo RTI. 2. Camadas RTI-2, RTI-3. 3. Leitura. 4. Dislexia. I. Carvalho, Luís Alfredo Vidal de, *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus amados pais *Andres* e *Alejandrina*, aos meus irmãos, ao meu amado filho *Jorge Sebastião*, a minha amada esposa *Eunice Siqueira*, aos meus professores, colegas e amigos, pela sua paciência e disponibilidade de estar sempre prontos para me orientar para atingir o objetivo proposto.

Agradecimentos

Tantas pessoas contribuíram de maneira tão ampla para a realização deste trabalho ao longo dos anos, que já não me é possível dizer com precisão a quem devo quais ideias e sob que forma, mas, gostaria de mencionar o meu carinho e gratidão aos meus orientadores Prof. Luís Alfredo Vidal de Carvalho e à Prof^a Renata Mousinho que, pela sintonia e afeto, me encorajaram o suficiente para realizar o milagre do salto rumo ao crescimento interior. Através de suas presenças seguras e amigas, me deixaram conhecer o verdadeiro sentido de ser pesquisador.

Aos meus amados pais Andres e Alejandrina pelos seus ensinamentos de vida, de família, de trabalho e de dedicação, ao meu amado filho Jorge Sebastião incentivo para seguir em frente mesmo diante das adversidades e a minha amada esposa Eunice pelo seu amor incondicional e pela sua compreensão em deixar de lado a vida familiar e social de lado em prol de um objetivo maior e apoio nesta tarefa árdua de escrita e redação desta tese.

A todos meus amigos que de alguma forma fizeram parte desta caminhada, de forma especial a Macário Costa, Sergio Serra, Renato Cerceau, Mary Manhães e Elaine Sigette pela amizade e pelas inúmeras reuniões no QG para estudar e confrontar ideias, pelo companheirismo e espírito de equipe e para meus amigos do futebol dos sábados Vicente Espinosa, Roberto Macoto, Roberto Loli, Anthony Carranza e Alfredo Carranza. Ao Gutty da secretaria do PESC pela sua ajuda nos tramites documentários.

À CAPES pelo apoio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

Epígrafe

*Para se ter sucesso, é necessário amar de verdade o que se faz. Caso contrário, levando em conta apenas o lado racional, você simplesmente desiste. É o que acontece com a maioria das pessoas. **Steve Jobs.***

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

UM SISTEMA DE INTERVENÇÃO COMPUTACIONAL PARA RASTREIO E MONITORAMENTO DE LEITURA EM UMA PROPOSTA DE RTI

Jorge Juan Zavaleta Gavidia

Março/2017

Orientadores: Luís Alfredo Vidal de Carvalho

Renata Mousinho Pereira da Silva

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Esta tese tem por objetivo apresentar um sistema para monitorar a intervenção de crianças em com transtornos específicos de leitura baseado na abordagem RtI. A arquitetura proposta do DysDTool+L contém os módulos de RtI (camadas 2 e 3), estratégias de intervenção, severidade (*fuzzy* e *score z*) e configuração. São definidos textos específicos para cada ano escolar dos pacientes (2º ao 8º ano), e experimentos tanto na camada RTI-2 com 70 pacientes, quanto na camada RTI-3 com 21 pacientes. As variáveis usadas nos experimentos são a velocidade de leitura e o desvio e são entradas do sistema *fuzzy* e do *score z* que retorna como saída o grau de severidade que determina o nível de severidade da dislexia de um paciente em intervenção. O grau é medido no início e no final do experimento durante 16 semanas de um semestre letivo. Os experimentos indicam progresso dos pacientes usando a abordagem RtI na maioria dos casos. No entanto, devem ser realizadas novas pesquisas para determinar se o progresso é produto das estratégias de intervenção usadas ou existem outros fatores. As discrepâncias encontradas devem ser analisadas pelo especialista. O DysDTool+L é uma ferramenta de monitoramento que auxiliar o especialista que lida com dislexia.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

A COMPUTATIONAL SYSTEM OF INTERVENTION FOR SCREENING AND
MONITORING READING IN THE PROPOSAL OF RTI

Jorge Juan Zavaleta Gavidia

March/2017

Advisors: Luís Alfredo Vidal de Carvalho
Renata Mousinho Pereira da Silva

Department: Systems Engineering and Computation

This thesis aims to present a system to monitor the intervention of children with specific reading disorders based on the RtI approach. The proposed architecture of DysDTool+L contains the RtI modules (layers 2 and 3), intervention strategies, severity (fuzzy and z score) and configuration. Specific texts are defined for each school year of the patients (2nd to 8th year), and experiments in both the RTI-2 layer with 70 patients and the RTI-3 layer with 21 patients. The variables used in the experiments are the reading speed and the deviation and are inputs of the fuzzy system and the z score that returns as output the degree of severity that determines the level of dyslexia severity of an intervention patient. The grade is measured at the beginning and end of the experiment during 16 weeks of a semester. The experiments indicate progress of patients using the RtI approach in most cases. However, further research should be done to determine if progress is product of the intervention strategies used or there are other factors. The discrepancies found should be analyzed by the specialist. The DysDTool+L is a tool for monitoring to help expert to dealing with dyslexia.

Sumário

Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1 Definição do Problema.....	5
1.2 Objetivos da Tese	8
1.3 Delimitação de Escopo	8
1.4 Contribuições.....	9
1.5 Metodologia da Pesquisa.....	10
1.6 Organização da Tese.....	10
Capítulo 2	12
Referencial Teórico	12
2.1 A dislexia, além da definição	12
2.1.1 O critério para o diagnóstico	17
2.1.2 Prevalência.....	25
2.1.3 Intervenção pedagógica	27
2.2 O modelo de RtI	28
2.2.1 Camada 1: Intervenção primária	30
2.2.2 Camada 2: Intervenção secundária	31
2.2.3 Camada 3: Intervenção terciária	32
2.3 O modelo RtI na prática	33
2.4 Lógica <i>fuzzy</i>	35
2.4.1 Introdução aos conceitos de lógica <i>fuzzy</i>	37
2.4.1.1 Definições, características e formas de imprecisão	37
2.4.1.2 Variáveis linguísticas (VL).....	39
2.4.1.3 Função de pertinência.....	41
2.4.2 Conjuntos nebulosos.....	45
2.4.2.1 Definição e representação.....	46
2.4.2.2 Propriedades	47
2.4.2.3 Domínio	48
2.4.2.4 Universo de discurso	48
2.4.2.5 Operações com conjuntos nebulosos.....	49
2.4.3 Sistemas nebulosos	50

2.4.3.1 Fuzzyficador	52
2.4.3.2 Mecanismo de inferência.....	52
2.4.3.3 Regras fuzzy	53
2.4.3.4 Inferência	54
2.4.3.5 Defuzzyficador.....	54
2.4.3.6 Vantagens e desvantagens dos sistemas nebulosos	55
2.5 Método de comparação - Escore Z.....	56
2.6 Trabalhos relacionados	57
2.6.1 RtI na Web.....	58
2.6.2 RtI e dificuldades de leitura.....	59
2.6.3 RtI e ferramentas computacionais	62
2.6.4 RtI no Brasil	63
Capítulo 3	66
O sistema de monitoramento	66
3.1 Arquitetura do sistema de monitoramento	66
3.1.1 Camada Web.....	68
3.1.2 Camada de tratamento de dados	68
3.1.3 Camada de Inteligência	68
3.1.3.1 RtI.....	69
3.1.3.2 Severidade	70
3.1.3.3 Estratégias de intervenção	71
3.1.3.4 Gerenciamento.....	71
3.1.4 Camada de dados	72
Capítulo 4	74
Experimentos e análise de resultados	74
4.1 Amostra	74
4.1.1 Critérios de inclusão e exclusão	75
4.2 Médias e desvios padrão da velocidade de leitura.....	75
4.3 Textos de leitura oral	76
4.4 Duração e variáveis	77
4.5 O grau de severidade <i>fuzzy</i>	78
4.6 Comparação entre graus de severidade	82
4.7 Experimentos e discussão.....	83

4.7.1 Escolaridade e idade	83
4.7.2 Experimento na camada RTI-2.....	83
4.7.2.1 Escolaridade 2.....	84
4.7.2.2 Escolaridade 3.....	87
4.7.2.3 Escolaridade 4.....	90
4.7.2.4 Escolaridade 5.....	93
4.7.2.5 Escolaridade 6.....	95
4.7.2.6 Escolaridade 7.....	97
4.7.2.7 Escolaridade 8.....	98
4.7.3 Experimento na camada RTI-3.....	98
4.7.3.1 Escolaridade 2.....	98
4.7.3.2 Escolaridade 3.....	100
4.7.3.3 Escolaridade 4.....	102
4.7.3.4 Escolaridade 5.....	103
Capítulo 5	105
Conclusões e trabalhos futuros	105
6. REFERÊNCIAS	108
Apêndice A. Textos para leitura.....	117
1. A folha das cores	117
2. O acidente.....	118
3. As Travessuras de Afonsinho.....	119
4. A grande novidade.....	122
5. Tutty, o terror das calças brancas	123
6. A velha contrabandista	125
7. O sonho dos ratos	127
8. Enterro e futebol	130
9. Caso de secretária	132
Anexo B.....	134
Anexo C.....	135

Lista de figuras

Figura 1: Opacidade Ortográfica das Ortografias Europeias, modificado de SEYMOUR [45]	22
Figura 2: Modelo RtI em camadas para intervenções acadêmicas e comportamentais, modificado de FLETCHER e VAUGHN [92]	33
Figura 3: Conjunto clássico e conjunto <i>fuzzy</i>	36
Figura 4: Domínio binário	38
Figura 5: Classificação binária entre ser “não-alto” e “alto”	38
Figura 6: Tipos de função de pertinência	43
Figura 7: Mudanças de parâmetros na função $bell(x;a,b,c)$	45
Figura 8: Representação de um conjunto <i>fuzzy</i>	47
Figura 9: Componentes de um sistema <i>fuzzy</i>	51
Figura 10: Escore Z para os graus de severidade	57
Figura 11: Arquitetura do sistema de monitoramento – DysDTool+L	67
Figura 12: Camadas RtI e as estratégias de intervenção para leitura de textos	69
Figura 13: Modelo conceitual simplificado utilizado pela ferramenta de monitoramento	72
Figura 14: Sistema <i>fuzzy</i> criado para leitura.....	79
Figura 15: Variável escolaridade	79
Figura 16: Variável desvio	80
Figura 17: Variável severidade.....	80
Figura 18: Variáveis de entrada e saída do sistema <i>fuzzy</i>	82
Figura 19: Velocidades de leitura oral para escolaridade 2.....	85
Figura 20: Grau de severidade <i>fuzzy</i> para leitura oral com escolaridade 2.....	86
Figura 21: Grau de severidade usando escore z para leitura oral com escolaridade 2 ...	87
Figura 22: Velocidade de leitura oral para escolaridade 3 do RTI-2.....	88
Figura 23: Grau de severidade <i>fuzzy</i> para leitura com escolaridade 3 no RTI-2.....	89
Figura 24: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 3 no RTI-2.....	90
Figura 25: Velocidades de leitura para escolaridade 4 do RTI-2	91
Figura 26: Grau de severidade <i>fuzzy</i> para leitura com escolaridade 4 do RTI-2.....	92
Figura 27: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 4 do RTI-2.....	92
Figura 28: Velocidade de leitura para escolaridade 5 do RTI-2.....	94
Figura 29: Grau de severidade <i>fuzzy</i> para leitura com escolaridade 5 do RTI-2.....	94
Figura 30: Grau de severidade usando escore z com escolaridade 5 do RTI-2.....	95
Figura 31: Velocidade de leitura oral para escolaridade 6 do RTI-2.....	96
Figura 32: Grau de severidade <i>fuzzy</i> para leitura com escolaridade 6 do RTI-2.....	96
Figura 33: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 6 do RTI-2.....	97
Figura 34: Velocidade de leitura oral para escolaridade 2 no RTI-3.....	99
Figura 35: Grau de severidade <i>fuzzy</i> para leitura com escolaridade 2 no RTI-3.....	99
Figura 36: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 2 no RTI-3.....	100
Figura 37: Velocidade de leitura oral para escolaridade 3 no RTI-3.....	101

Figura 38: Grau de severidade <i>fuzzy</i> para leitura com escolaridade 3 no RTI-3	102
Figura 39: Grau de severidade usando escore z com escolaridade 3 no RTI-3	102

Lista de Tabelas

Tabela 1: Graus de severidade (GS) para TEA, modificado do DSM-5 [1]	24
Tabela 2: População de participantes do ELO.....	74
Tabela 3: Médias e desvio padrão de N=50, MOUSINHO [134]	76
Tabela 4: Textos para leitura oral usados na intervenção, MOUSINHO [134]	76
Tabela 5: Pacientes com escolaridade 2 na camada RTI-2	84
Tabela 6: Leitura oral para escolaridade 3 na camada RTI-2.....	87
Tabela 7: Escolaridade 4 na camada RTI-2.....	91
Tabela 8: Escolaridade 5 na camada RTI-2.....	93
Tabela 9: Escolaridade 6 na camada RTI-2.....	95
Tabela 10: Escolaridade 7 da camada RTI-2.....	97
Tabela 11: Escolaridade 8 para RTI-2.....	98
Tabela 12: Escolaridade 2 na camada RTI-3.....	98
Tabela 13: Escolaridade 3 na camada RTI-3.....	100
Tabela 14: Escolaridade 4 na camada RTI-3.....	103
Tabela 15: Escolaridade 5 na camada RTI-3.....	103

Lista de Quadros

Quadro 1: Parâmetros para tentar reconhecer um disléxico segundo Mousinho [6].....	16
Quadro 2: Critérios diagnósticos para TEA, segundo DSM-5 [1].	19
Quadro 3: Codificação dos TEA para leitura, segundo DSM-5 [1]	23
Quadro 4: Propriedades dos conjuntos <i>fuzzy</i>	47
Quadro 5: Regras do sistema <i>fuzzy</i> para Leitura.....	81

Lista de Termos e Abreviações

RTI	Resposta à Intervenção (<i>Response to Intervention</i>)
LDs	Deficiências de Aprendizagem (<i>Learning Disabilities</i>)
LN	Lógica Fuzzy (<i>Fuzzy logic</i>)
AND	Associação Nacional de Dislexia
SLD	Deficiências Específicas de Aprendizagem
IDEIA	Ata sobre indivíduos com deficiências educacionais
QI	Coefficiente de Inteligência
NCLB	<i>No Child Left Behind</i>
NCRTI	Centro nacional de Resposta à Intervenção
MEC	Ministério de Educação e Cultura
NCLD	Centro Nacional de Deficiências de Aprendizagem
RTI-1	Camada 1 do modelo RTI
RTI-2	Camada 2 do modelo RTI
RTI-3	Camada 3 do modelo RTI
BD	Banco de Dados
FIS	<i>Fuzzy Inference System</i>
ELO	Escrita, Leitura e Oralidade
GS	Grau de Severidade
TEA	Transtorno Específico de Aprendizagem
TEL	Transtorno Específico de Leitura
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais 5 ^o Edição
CID	Código Internacional de Doenças

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo serão apresentadas a motivação que permitiu formular o problema, os objetivos, a contribuição, a metodologia de pesquisa empregada e finalmente a organização da presente tese.

Um dos motores das grandes mudanças tecnológicas do passado, do presente e do futuro, sem dúvida nenhuma é a capacidade de aprendizagem que tem o ser humano tanto para aprender quanto inventar coisas novas assim como, reformular conhecimentos antigos. Por este motivo, a capacidade de aprendizagem de um ser humano é motivo de inúmeras pesquisas para entender melhor de como é realizada a aprendizagem nos diferentes estágios da vida em todas as faixas etárias, em crianças, em jovens, em adultos e em idosos.

A capacidade de aprendizagem é inerente a todo ser humano e o desenvolvimento desta capacidade permite que ele se aperfeiçoe e se adapte a cada fase da vida. Qualquer alteração da capacidade de aprendizagem traz como consequências a não inserção plena do indivíduo na vida social.

Estas interferências podem ser de origem hereditária, psicológicas (traumas), acidentais (veicular, queda, pancada), sociais, tecnológicas ou por qualquer outra forma que tenha permitido alterar esta capacidade de aprendizagem.

Nestas fases podem ser percebidas dificuldades no processo da aprendizagem, como por exemplo, dificuldades de leitura, dificuldades na aprendizagem da matemática, dificuldades de compreensão de conceitos ligados aos conteúdos curriculares correspondentes a sua escolaridade. Também na fase escolar e na faculdade a capacidade de aprendizagem continua a melhorar.

As dificuldades de aprendizagem encontradas nas salas de aula não podem ser diagnosticadas com precisão pela falta de ferramentas padronizadas para este propósito ou pela falta de qualificação do pessoal envolvido na educação ou pela falta de pessoal de apoio nestas fases, por exemplo, fonoaudiólogos, psicólogos, pedagogos.

O desenvolvimento normal da capacidade de aprendizagem é regulado através de políticas educacionais do Estado que influencia no modelo de aprendizado desenvolvido em salas de aula onde ocorre o processo da aprendizagem, sobretudo nas fases iniciais (fase da pré-escola).

As dificuldades enfrentadas pelos estudantes tanto na rede pública quanto na rede privada de ensino na fase escolar podem ser entendidas como um déficit especial da aprendizagem também conhecida como transtorno de aprendizagem [1], caracterizada por um baixo rendimento, além do esperado para a idade cronológica do sujeito, da medição da sua inteligência e do ensino apropriado para sua idade.

Com a finalidade de melhorar o rendimento acadêmico dos estudantes usam-se recursos computacionais nas salas de aula. A leitura e a escrita devem ser dominados pelos estudantes para adquirir novos conhecimentos a partir de todos os tipos de mídia [2].

Um dos problemas identificados que atrapalha o rendimento acadêmico é a dificuldade de aprendizagem [3], um termo genérico que diz respeito a um grupo heterogêneo de desordens manifestado por problemas significativos na aquisição e uso das capacidades de escuta, da fala, da leitura, da escrita, do raciocínio ou de matemáticas.

A aprendizagem é um processo de aquisição que tem início na infância e perdura a vida toda, constituindo etapas fundamentais para o desenvolvimento que se produz por ação de um estímulo, que normalmente é extrínseco (experiência). A aprendizagem também possui relação com os processos adaptativos, tendo em vista que o indivíduo pode modificar-se diante das alterações de seu ambiente a fim de ter uma resposta mais adequada [4] ao estímulo dado.

A leitura é um dos componentes fundamentais da aprendizagem. Ler é uma habilidade complexa, compreendendo diversos correlatos linguístico-cognitivos que possibilitam seu desenvolvimento, assim como envolve a articulação de diferentes procedimentos e saberes para sua realização [5].

Entre os fatores desconhecidos que atrapalham a realização de uma leitura fluida e contínua, existe a dislexia [6], que é um transtorno específico de leitura que consiste em um funcionamento peculiar do cérebro para o processamento da linguagem, uma

falta de habilidade no nível fonológico; uma dificuldade específica para aprendizagem da leitura bem como para reconhecer palavras, soletrar e decodificar palavras.

O desenvolvimento das crianças é composto por fases escolares. A fase inicial trabalha a leitura e a escrita como fundamentos básicos da aprendizagem. A fase posterior constitui o suporte e as técnicas a serem dominadas.

É por meio dessas técnicas que se dá o acesso ao conteúdo das diversas unidades curriculares, desenvolvendo, a partir daí as outras habilidades necessárias à realização profissional e pessoal [7]. No entanto, é possível observar que muitas crianças apresentam dificuldades de aprendizagem na captação ou assimilação dos conteúdos curriculares propostos para cada fase escolar [8].

Essas dificuldades podem ser duradouras ou passageiras e mais ou menos intensas, e como consequência, podem levar os alunos ao abandono da escola, à reprovação, ao baixo rendimento, ao atraso no tempo de aprendizagem ou mesmo à necessidade de ajuda especializada [9].

Segundo TRESSOLDI, VIO E IOZZINO [10], as crianças com dislexia correm o risco de serem deixadas para trás, podendo se tornar analfabetos funcionais caso não aperfeiçoem as habilidades necessárias para se desenvolver com sucesso na escola. A dislexia influencia nos níveis comportamental, emocional, social e acadêmico dos alunos [7], dificultando ainda mais a realização das atividades diárias que lhes são exigidas na fase escolar.

Lidar com estudantes com dificuldades de aprendizagem é uma tarefa árdua e complexa. As dificuldades de aprendizagem iniciam-se durante os anos escolares, mas podem não se manifestar completamente até que as exigências pelas habilidades acadêmicas afetadas excedam às capacidades limitadas do indivíduo [1], ou podem ser só percebidas no momento de ingresso da criança no ensino formal.

As capacidades acadêmicas afetadas nos estudantes podem ser percebidas quando: usam-se testes cronometrados; intervalos de tempos curtos para a leitura de textos longos e complexos; e sobrecarga das exigências acadêmicas. Quando esta condição é persistente e associada a fatores de risco presentes no ambiente familiar e social mais amplo, podem afetar negativamente o desenvolvimento do indivíduo e sua posterior adaptação [11], no dia-a-dia e na vida social.

Nesse contexto, se faz necessário conhecer os estudantes e sua escolaridade (do 2º ao 8º ano) que apresentam indícios de transtornos específicos de leitura ou outras dificuldades de aprendizagem usando o monitoramento como instrumento para esta tarefa.

As dificuldades de aprendizagem relacionadas especificamente à leitura referem-se a um padrão caracterizado por problemas de precisão na leitura de palavras, fluência na leitura, compreensão de leitura, problemas de decodificação e dificuldades de ortografia, podendo ser diagnosticadas e classificadas usando o DSM-5 (Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, 5ª Ed.) [1].

O manual DSM-5 fornece critérios de diagnóstico e classificação dos transtornos específicos de leitura e escrita. Este manual é uma fonte de consulta segura e cientificamente embasada sobre diagnósticos usados na prática clínica e em aplicações de pesquisa sobre transtornos da aprendizagem.

Com base na escala diagnóstica sobre transtornos específicos de leitura indicados pelo DSM-5, podem-se propor abordagens ou estratégias de intervenção com a finalidade de melhorar o desempenho de crianças na leitura.

A intervenção pode ser caracterizada como uma interferência feita por um especialista com o objetivo melhorar o processo de aprendizagem do estudante [12]. Nessa perspectiva, podem ser propostas tarefas de consciência fonológica, memória de trabalho e nomeação rápida com o intuito de melhorar o aprendizado da leitura [4].

Segundo MOUSINHO e NAVAS [13], o DSM-5 apresenta quatro novos critérios de diagnóstico sobre os transtornos de aprendizagem, denominados de A, B, C e D. Especificamente o critério A está relacionado à inclusão de uma nova abordagem denominada resposta à intervenção (RtI – *Response to Intervention*) para a intervenção de crianças com dificuldades de leitura, escrita e matemática, além do monitoramento.

A abordagem RtI é uma proposta de intervenção muito difundida nos Estados Unidos que consiste em fornecer assistência às crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem e busca identificar precocemente dificuldades no aprendizado através do monitoramento em várias camadas [14].

Na primeira camada é realizado um rastreio universal em que todas as crianças participam e continuam para as outras camadas, aquelas crianças que não apresentam

uma resposta satisfatória. As crianças ficam em intervenções intensivas por curtos prazos de tempo durante o qual é feito o monitoramento da resposta [13], [14].

Usando a abordagem RtI, pode-se verificar se o fraco desempenho está relacionado à metodologia de ensino inadequada, a questões comportamentais ou a dificuldades específicas de aprendizagem [14].

Esta abordagem pode ser usada para monitorar as estratégias de intervenção mais adequadas baseada nas respostas da própria criança com a finalidade de identificar crianças com atrasos ou deficiências na sua aprendizagem, também ajuda a confirmar o diagnóstico, como teste terapêutico.

O DSM-5 determina os parâmetros de identificação dos transtornos específicos de leitura usando termos imprecisos e delimitados a três possíveis níveis de severidade: leve (-1); moderado (-2); e grave (-3). Estes níveis de severidade são denominados de graus de severidade (gs).

Os termos leve, moderado e grave podem ser modelados usando a lógica *fuzzy*, abordagem que permite lidar com informação imprecisa [15]. Essa abordagem técnica pode ajudar aos especialistas na interpretação sobre a avaliação dos resultados obtidos no indivíduo com suspeita de dislexia, além da tradicional abordagem estatística.

O uso de novas tecnologias no estudo e pesquisa, além da proposta de novas ferramentas computacionais que permitam monitorar a intervenção precoce em estudantes com dificuldades de aprendizagem é válido, além de ser uma tarefa árdua e complexa, mas de fundamental importância para auxiliar a elaboração do diagnóstico do especialista.

1.1 Definição do Problema

Algumas dificuldades de leitura podem ser confundidas e muitas vezes podem passar despercebidas pelos professores e pais, que sem um instrumento de avaliação preliminar não conseguem perceber se trata de uma dificuldade temporária ou permanente.

A inserção de novas tecnologias no ensino-aprendizagem, imprimindo um processo mais acelerado nas interações em sala de aula e também fora dela, faz ressaltar estudantes com transtornos na aprendizagem, que segundo PEREIRA [16], podem ser específicos da leitura ou não, pois possuem geralmente causa multifatorial. Os fatores causais podem ser intrínsecos aos indivíduos (fatores genéticos, emocionais ou orgânicos), ou extrínsecos (fatores sociais e culturais).

A identificação da dislexia, logo nos anos iniciais é fundamental para o bom desenvolvimento escolar da criança, pois é um transtorno específico da leitura que atinge e se instala de forma sutil – a criança pode passar a entender o mundo de acordo com as limitações da dificuldade. Portanto, apesar do disléxico conseguir interpretar textos oralmente, frequentemente a precisão e/ou a fluência de leitura estão alterados, prejudicando a interpretação de textos lidos, o que pode afetar todo processo de escolaridade [17].

Segundo DE AVILA [18], a natureza do processo de aprendizagem da leitura e certas características desse processo, modificam-se ao longo da escolarização. Pois, o estudante aprende a ler, para, então, utilizar-se da leitura no aprendizado de conteúdos acadêmicos cada vez mais sofisticados, específicos e complexos.

Para alguns autores é importante observar o tempo de amadurecimento intelectual da criança o que pode representar uma defasagem entre a criança e seus pares, favorecendo o aparecimento de consequências indesejáveis, como a perda do prazer pela leitura, o baixo rendimento em outras disciplinas que dependam da leitura e o desenvolvimento pela criança de baixa autoestima [19], [20].

Para MOUSINHO e CORREA [20], VLOEDGRAVEN E VERHOEVEN [21], seja qual for a origem da dificuldade de leitura, quanto antes a criança possa desenvolver a suas habilidades linguístico-cognitivas, mais frutos ela poderá colher ao longo da escolarização formal. Identificar precocemente as dificuldades de leitura torna-se prioridade diante a possibilidade de poder eliminar ou minimizar prejuízos escolares e sociais em maus leitores, por isso significa poder lançar mão da estimulação precoce [21].

A educação é um fator fundamental no desenvolvimento social, razão pela qual é uma constante preocupação dos indivíduos e do governo ao adotar políticas

educacionais através de propostas gerenciadas pelo Ministério de Educação e Cultura (MEC). Segundo o parecer CNE/CEB No 17/2001 do Ministério da Educação do Brasil:

“A educação tem hoje, portanto, um grande desafio: garantir o acesso aos conteúdos básicos que a escolarização deve proporcionar a todos os indivíduos – inclusive àqueles com necessidades educacionais especiais particularmente alunos que apresentam altas habilidades, precocidade, superdotação; condutas típicas de síndromes/quadros psicológicos, neurológicos ou psiquiátricos; portadores de deficiências, ou seja, alunos que apresentam significativas diferenças físicas, sensoriais ou intelectuais, decorrentes de fatores genéticos, inatos ou ambientais, de caráter temporário ou permanente e que, em interação dinâmica com fatores socioambientais, resultam em necessidades muito diferenciadas da maioria das pessoas” MEC [22, p. 21]

Este mesmo parecer aponta o compromisso que têm todos os setores envolvidos no processo educacional a desenvolver estudos na busca de melhores recursos para auxiliar as pessoas que precisam de cuidados especiais [22], entre estes estão os que têm transtornos específicos de leitura (dislexia) foco de nosso estudo.

É importante ressaltar que existe pouca de informação no Brasil sobre estudos que usem o modelo RtI com a finalidade de identificar precocemente a dislexia [23]– [25]. Alguns estudos apontam a necessidade de realizar intervenção precoce para determinar o desempenho em leitura [25].

Portanto, existe escassez de ferramentas computacionais para auxiliar no monitoramento de estudantes com possíveis dificuldade de leitura usando o modelo RtI como abordagem de intervenção precoce para identificar dificuldades de aprendizagem em crianças em idade escolar com a finalidade de propor uma intervenção customizada e adequada à escolaridade das mesmas.

Segundo o MEC [22] é de grande relevância desenvolver e aplicar novas tecnologias no processo educativo, o que pode ser válido também, para ferramentas computacionais como auxiliares dos especialistas que lidam com dislexia.

Em resumo, é relevante realizar a identificação precoce das habilidades de leitura (velocidade) nas crianças em idade escolar com o fim de propor uma intervenção customizada e adequada à escolaridade das mesmas com o auxílio de uma ferramenta computacional de monitoramento.

1.2 Objetivos da Tese

A presente tese tem como objetivo geral apresentar uma metodologia quantitativa de rastreamento e monitoramento usando o modelo RtI para crianças com dificuldades de leitura na forma de uma ferramenta computacional para auxiliar o especialista no monitoramento das dificuldades de leitura.

Para atender ao objetivo geral desta tese, foi proposta uma arquitetura modular em camadas que incorpora os módulos de RtI, de lógica *fuzzy* e de estratégias de intervenção para determinar o grau de severidade da dislexia, adequado à criança e a cada nível de escolarização.

Dentro desse contexto, definem-se os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar e apresentar de forma empírica o problema da dificuldade de leitura nas crianças com idade escolar (do 2º ano ao 8º ano);
2. Desenvolver uma ferramenta computacional para monitoramento baseada no modelo RtI para auxiliar o especialista na intervenção precoce em pacientes com dificuldades de leitura.
3. Utilizar a lógica *fuzzy* como ferramenta para modelar os conjuntos dos níveis de severidade dos transtornos específicos de aprendizagem de acordo com DSM-5 visando ter um atendimento guiado e personalizado mais exato para cada uma das crianças durante a intervenção e em cada camada do modelo RtI e como consequência, ter melhores resultados ao longo da intervenção em função da velocidade de leitura.

1.3 Delimitação de Escopo

Este trabalho tem como escopo avaliar as vantagens e a viabilidade da proposta, através do monitoramento usando uma ferramenta computacional em experimentos de intervenções em leitura com ajuda da fonoaudiologia para determinar a eficácia desta proposta.

O DSM-5 será usado como guia sobre os critérios de diagnóstico e os graus de severidade do indivíduo com possíveis transtornos específicos de leitura. O monitoramento e testes dos pacientes com suspeita de transtornos específicos de leitura são restringidos às camadas dos e três do modelo RtI.

1.4 Contribuições

A presente trabalho visa contribuir na identificação precoce de crianças com dificuldades de leitura elegíveis para serviços especializados através da abordagem RtI facilitando uma instrução de qualidade e monitoramento do processo usando uma ferramenta computadorizada.

A arquitetura desta ferramenta é composta por quatro camadas: (1) camada web; (2) camada de tratamento de dados; (3) camada de inteligência (RtI, *Fuzzy*, Estratégias de Intervenção e Configuração); e (4) camada de dados. A arquitetura é baseada no DysDTool [26].

A arquitetura proposta pretende adicionar novas funcionalidades para auxiliar os especialistas no monitoramento do desempenho de crianças com transtornos específicos de leitura em intervenção de acordo com a escolaridade. Informando em menos tempo quais crianças estão em risco ou não estão progredindo ao mesmo ritmo que seus pares da sala de aula. Adiciona o módulo RtI à arquitetura da proposta original.

A ferramenta proposta permite automatizar a identificação precoce de crianças em idade escolar com dificuldades de leitura. Além disso, ela auxilia aos especialistas que trabalham com crianças com dificuldades de leitura na tomada de decisões para um diagnóstico mais adequado à criança e pode ser feito menor tempo que o tradicional.

A abordagem RtI é recente na pesquisa nacional e qualquer estudo ajuda a ter um entendimento melhor sobre a metodologia de funcionamento, pontos fortes e fracos da sua aplicação no monitoramento na intervenção de crianças com transtornos específicos de leitura.

1.5 Metodologia da Pesquisa

A metodologia quantitativa adotada nesta tese contempla as diversas fases de estudo que permitirão desenvolver uma ferramenta de intervenção computacional para auxiliar na tomada de decisões dos especialistas que lidam com crianças com transtornos específicos de leitura, assim como nos resultados obtidos nos diversos testes dos casos de estudo apoiados nas seguintes atividades propostas a seguir:

1. Procurou-se ter um entendimento maior sobre os transtornos da aprendizagem das crianças em geral e os diversos fatores que contribuem para isto, fazendo uma revisão bibliográfica sobre o assunto, encontrando um amplo espectro de tratados sobre os transtornos de aprendizagem (dislexia), optando pela redução para fatores com maiores estudos para poder ter um maior entendimento dos fatores que influem nas dificuldades de leitura.
2. Procurou-se fazer uma revisão bibliográfica da literatura atual na busca por informações sobre ferramentas computacionais usadas como auxiliares no rastreamento e monitoramento para crianças em idade escolar. Informações sobre cada ferramenta de monitoramento em leitura, fluência e escrita.
3. Modelar a arquitetura do DysDTool+L composta pelos módulos de RTI, Estratégias de intervenção, severidade e configuração. A proposta está baseada na arquitetura do **DysDTool** [26].
4. Implementação dos módulos propostos no item 3.
5. Realização de testes denominados pré-teste (antes) e pós-teste (depois). Entre o antes e depois foram propostas atividades *off-line* nas áreas de fonoaudiologia, pedagogia, psicologia com uma duração de 16 semanas.

1.6 Organização da Tese

Este trabalho está organizado da seguinte forma: no primeiro capítulo se faz uma apresentação do problema, objetivos, contribuições e a metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho.

No capítulo 2 contextualiza-se o problema dentro do campo dos transtornos de aprendizagem (dislexia) e dando maior ênfase aos fatores que contribuem com os transtornos de leitura, prevalência, diagnóstico segundo o DSM-5, monitoramento e intervenção usando o modelo RtI, assim como os trabalhos correlatos.

No capítulo 3 são discutidos detalhes da arquitetura proposta para o problema abordado. Apresentam-se detalhes da arquitetura, suas funcionalidades e interações entre os diferentes módulos do sistema.

No capítulo 4 descrevem-se a amostra e população usadas nos experimentos nas camadas RTI-2 (resposta à intervenção, camada 2) e RTI-3 (resposta à intervenção, camada 3) com uma amostra de crianças com escolaridade do 2º ano ao 8º ano para validar a proposta deste trabalho. Foi usado o sistema *fuzzy* que retorna o grau de severidade *fuzzy* do paciente para comparar com o grau de severidade resultado do método estatístico *score z* depois comparar estes resultados com a finalidade de identificar as crianças com dificuldades de leitura.

O capítulo 5 apresenta as conclusões do estudo, suas limitações e as considerações sobre trabalhos futuros. E por fim, são apresentadas as referências bibliográficas, assim como os anexos.

Capítulo 2

Referencial Teórico

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico das abordagens usadas para dar suporte ao desenvolvimento do Sistema de Intervenção Computacional proposto, inicialmente será realizada uma caracterização da dislexia através de uma breve revisão bibliográfica, para seguidamente apresentar o modelo de resposta à intervenção (RtI) e as definições que suportam à lógica *fuzzy*.

2.1 A dislexia, além da definição

A perda da capacidade para a leitura foi relatada pela primeira vez em 1667, pelo médico alemão Johann Schimidt em decorrência de um estudo sobre o tratamento de um acidente vascular cerebral. Em 1877, foi usado o termo “cegueira verbal” para a perda da capacidade para a leitura por Adolf Kussmaul [27].

O termo dislexia foi usado pela primeira vez em 1872 por Rudolf Berlin de Stuttgart para descrever um caso com um paciente adulto com dislexia adquirida, isto é, perda da capacidade de leitura após uma lesão cerebral [16], [27], [28]

Em 1896, Pringle Morgam descreveu o primeiro caso usando a denominação de “cegueira verbal congênita” relacionada a um adolescente de 14 anos com todas suas habilidades cognitivas de leitura, mas incapaz de realizar esta habilidade [27]. Este relato foi publicado na Revista Médica Britânica em novembro de 1896 e é considerado um dos primeiros relatos sobre o tema. Nessa perspectiva, Morgam é reconhecido como o pai da dislexia moderna por muitos autores [28].

Para PEREIRA [16], Pringle Morgam foi o primeiro médico a considerar a dislexia como uma alteração no processo de crescimento dos indivíduos saudáveis. Influenciados pela publicação de Morgam médicos oftalmologistas britânicos, da Holanda, da Argentina, da Alemanha e dos Estados Unidos identificaram pacientes disléxicos [29].

O médico oftalmologista Hinshelwood publicou entre 1896 e 1911 uma série de relatos e artigos sobre dislexia descrevendo casos clínicos e sugerindo a sua possível natureza congênita contribuindo de maneira essencial na criação da preocupação médica e social necessária sobre a dislexia ser um assunto médico da maior importância [30]. Os estudos desenvolvidos por este autor foram de grande importância para a dislexia, descrevendo a natureza congênita das dificuldades de leitura, que afetaria a memória visual de palavras e letras, e tratou de descobrir as suas causas biológicas. Em 1917, mudou da simples identificação e descrição de casos clínicos, à análise e discussão destes transtornos e seus componentes [16], [30].

Entre os anos 1925 e 1948 o neurologista norte-americano Samule Torrey Orton estudou problemas linguísticos com pacientes com atraso mental e logo depois sua pesquisa foi focada no campo dos transtornos de aprendizagem [30]. Como resultado dos estudos de Orton, a dislexia ganhou destaque para correlacionar o funcionamento cerebral e as alterações na leitura [16].

Depois de Orton, a dislexia passa a ser campo de pesquisa de diversas especialidades como medicina, oftalmologia, neurologia, psicologia, sociologia e educação originando novas teorias sobre as causas e os sintomas da dislexia [30].

Para PEREIRA [16], o termo “cegueira verbal congênita” foi substituído pelo de “dislexia congênita” como consequência da publicação do primeiro estudo clínico e genético feito por Halgério em 1950. Data, a partir da qual várias pesquisas foram realizadas tendo como resultado publicações importantes com dados que são utilizados até hoje como critério de diagnóstico. Independente da controvérsia sobre as causas e sintomas da dislexia, se é hereditária ou não, todas as publicações coincidem na recuperação dos disléxicos [30].

Segundo NICOLSON [29], uma causa importante para continuar a confusão na literatura sobre dislexia é a falta de uma linha que permita fazer uma distinção clara entre as causas, sintomas e tratamentos. A linha entre disléxico e não disléxico é subjetiva e controversa [30].

As dificuldades em compreender as peculiaridades e a falta de conhecimento sobre as necessidades que tem um disléxico no seu modo de ser e aprender motivam inúmeras pesquisas nos dias atuais em que a alfabetização é considerada fundamental no

desenvolvimento social de uma pessoa, a dislexia é notada e divulgada e como consequência passa a ter inúmeras definições [7].

Com a finalidade de evitar o uso abusivo por vezes do termo, a Comissão de Investigação da Associação Internacional de Dislexia passou a usar em 2003 a definição do Dr. G. Reid Lyon desenvolvida em 1994.

“A dislexia é um transtorno específico de aprendizagem, de origem neurobiológica. Ela se caracteriza por dificuldades com o conhecimento preciso e/ou fluente de palavras e por poucas habilidades de ortografia e de decodificação. Essas dificuldades geralmente resultam de um déficit no componente fonológico da linguagem, que costuma ser inesperado em relação a outras habilidades cognitivas e à existência de instrução efetiva na sala de aula. Suas consequências secundárias podem envolver problemas na compreensão leitora e pouca experiência com leitura, que impedem o crescimento do vocabulário e do conhecimento geral” LYON [31, p. 2].

Para MANGAS [7] esta definição é amplamente aceita pela grande maioria da comunidade científica, a qual identifica a dislexia como um transtorno específico de aprendizagem. Os transtornos na aprendizagem, específicos da leitura ou não, têm, geralmente, causa multifatorial, isto é, fatores intrínsecos ao indivíduo tais como fatores genéticos, emocionais ou orgânicos, e extrínsecos como fatores sociais e culturais [16].

Para propósitos deste trabalho caracterizaremos a dislexia desde o ponto de vista da leitura, isto é, como um transtorno específico de leitura [6]. A leitura é fundamental no desenvolvimento social das pessoas. Uma leitura fluente e de qualidade em termos de exatidão, pelo menos nos primeiros anos, demanda de uma leitura com uma velocidade que não favoreça muitas segmentações e uma precisão ao ler as palavras corretamente, sem adivinhações ou trocas [32].

Qualquer fator que atrapalhe uma leitura tranquila, já seja interno ao leitor ou externo a ele vai prejudicar a precisão e a fluência da leitura, e como consequência pode prejudicar a compreensão do material lido e a escrita provocando falhas frequentes no nível da ortografia e da redação, o que repercute em todas as áreas do conhecimento e pode afetar toda a escolaridade [32].

Vários autores apontam que os efeitos da dislexia podem ser agrupados em comportamental e escolar. No nível comportamental a dislexia cria ansiedade, frustração e estresse frente à leitura e, frequentemente, uma extrema insegurança ou

excessiva vaidade, falta de atenção e claros sinais de cansaço podendo ser tanto intelectual como físico, resultado de um forte desgaste da motivação e fracasso cotidiano, com frequentes variações de humor, que gera perda no investimento da aprendizagem [7], [33].

Pelo lado escolar, a dislexia cria uma atenção instável, desinteresse pelo estudo, lentidão e dúvidas, dificuldade na orientação espacial; dificuldades na orientação temporal; problemas de atenção; problemas de memorização; dificuldades para modificar os conhecimentos e as informações; alterações no nível da leitura e da escrita; não exibem prazer na leitura; dificuldades em escrever [7], [33].

O sucesso acadêmico de um indivíduo disléxico depende de uma intervenção precoce e do reconhecimento das características que podem indicar quando um indivíduo é disléxico, o tipo, o grau de severidade e as estratégias compensatórias criadas para tentar superar a dificuldade se diferenciam bastante uns dos outros pela heterogeneidade dos mesmos.

Para MOUSINHO [6], [17], de qualquer forma, há características gerais que costumam descrever o comportamento dos indivíduos disléxicos, tal qual pode ser observado no Quadro 1. O quadro apresenta os indicadores, as dificuldades básicas, as características dos desdobramentos com o avançar da escolaridade, as alterações na escrita e, finalmente, as habilidades que os disléxicos costumam apresentar.

A dislexia é um transtorno específico de leitura que não depende de fatores ambientais, mas depende de forma imprescindível do meio social e da educação no qual esta imersa. Por conseguinte, o desenvolvimento dos disléxicos depende do reconhecimento das dificuldades específicas dos mesmos através de uma educação sensitiva a estas dificuldades.

Para MOUSINHO [6], identificar a dislexia depende do trinômio formado por um tratamento interdisciplinar, a escola e a família. Isto é, a dislexia está associada a um tratamento interdisciplinar com participação de psicólogos, professores de educação especial, fonoaudiólogos, pedagogos entre outros; a escola como o meio que propicia condições que facilita o crescimento intelectual e aprendizagem oferecendo metodologias interessantes e eficientes, do ponto de vista pedagógico, para atender aos alunos especiais, os que apresentam dificuldades em leitura, escrita e ortografia e; finalmente a família deve acompanhar o desenvolvimento e observar as dificuldades

apresentadas no nível de proficiência das palavras, da linguagem e da leitura de acorde a sua faixa etária e não se torne um fator de impedimento no crescimento acadêmico.

Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> – Possibilidade de atraso de linguagem. – Dificuldade em nomeação. – Dificuldade na aprendizagem de música com rimas. – Palavras pronunciadas incorretamente; persistência de fala infantilizada. – Dificuldade em aprender e se lembrar dos nomes das letras. – Falha em entender que palavras podem ser divididas (sílabas e sons).
Dificuldades Básicas	<ul style="list-style-type: none"> – Dificuldade de alfabetização. – Leitura sob esforço. – Leitura oral entrecortada, com pouca entonação. – Tropeços na leitura de palavras longas e não familiares. Adivinhações de palavras. – Necessidade do uso do contexto para entender o que está sendo lido
Desdobramentos com o avançar da escolaridade	<ul style="list-style-type: none"> – Leitura lenta, não automatizada. – Dificuldade em ler legendas. – Falta de compreensão do enunciado prejudicando outras disciplinas. – Substituição de palavras no mesmo campo semântico (Ex.: mosca/abelha). – Substituição de palavras por aproximação lexical atrapalhando a interpretação geral (começa a ler e adivinha o resto da palavra). – Dificuldade para aprender outros idiomas.
Alterações na Escrita	<ul style="list-style-type: none"> – Omissões, trocas, inversões de grafemas – (surdo/sonoro: p/b, t/d, K/g, f/v, s/z, x/j; em sílabas complexas: paria ao invés de praia, trita ao invés de trinta) e outros desvios fonológicos. – Dificuldade na expressão através da escrita. – Dificuldades na concordância (sem que apresente oral- mente). – Dificuldade na organização e elaboração de textos escritos. – Dificuldades em escrever palavras irregulares (sem correspondência direta entre grafema e fonema – “dificuldades ortográficas”)
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> – Excelente compreensão para histórias contadas. – Habilidade para gravar por imagens – Criatividade; Imaginação. – Facilidade com raciocínio. – Boa performance em outras áreas, quando não dependem da leitura, tais como: matemática, computação, artes, biologia.

Quadro 1: Parâmetros para tentar reconhecer um disléxico segundo Mousinho [6]

O professor é indispensável neste caminho, identificando e acompanhando as dificuldades de aprendizagem do aluno em um primeiro momento, propondo atividades baseadas na diferença de cada estudante, o acolhimento, a diversidade e a qualidade das atividades para o contexto, garantem o processo educativo e o desenvolvimento do aluno. Mesmo com o trinômio da dislexia ativo, é importante saber como se diagnóstica a dislexia e quais são as suas características, o que será descrito a seguir.

2.1.1 O critério para o diagnóstico

Vários autores coincidem em que, o diagnóstico da dislexia é difícil e requer de uma avaliação extensa por ser de característica multidisciplinar, requerendo a colaboração da experiência de vários profissionais, como professores, neurologistas, fonoaudiólogos, psicólogos, psicopedagogos e de neuropsicólogos, exigindo um maior aprofundamento no tema [6], [16], [34]. A equipe multidisciplinar deve iniciar uma minuciosa pesquisa garantindo a maior abrangência possível no processo de avaliação, outros profissionais podem ser chamados ao se verificar a sua necessidade conforme o caso [35].

Para diagnosticar a dislexia é necessário realizar uma avaliação previa de todos os processos envolvidos na aprendizagem com o objetivo de excluir fatores cognitivos, neurológicos e alterações de linguagem que sejam anteriores ao desenvolvimento da aprendizagem formal, pois estas características não fazem parte do quadro da dislexia [6], [16], [34].

A equipe multidisciplinar deve acompanhar através de uma avaliação mais efetiva e detalhada das dificuldades e possibilidades antes de descartar ou confirmar o diagnóstico, direcionando-o às particularidades de cada indivíduo com a finalidade de ter resultados mais concretos [35].

Como instrumentos delimitadores em termos de classificação e diagnóstico podem ser usados os manuais da Organização Mundial de Saúde (OMS) denominado de CID – 10 (Classificação Internacional de Doenças em sua 10^a edição) e da *American Psychiatric Association* (APA), o DSM-5 (Manual Diagnóstico e Estatístico de

Transtornos Mentais na sua 5ª edição) e recomendam uma avaliação multidisciplinar para os transtornos de aprendizagem [16].

A CID-10 visa padronizar a codificação de doenças e outros problemas relacionados à saúde. Esta lista fornece códigos relativos à classificação de doenças e de uma grande variedade de sinais, sintomas, aspectos anormais, queixas, circunstâncias sociais e causas externas para ferimentos ou doenças. A cada estado de saúde é atribuída uma categoria única à qual corresponde um código CID-10, sendo utilizada como referência de diagnóstico na previdência social para auxílios-doença acidentários e previdenciários [36] e no DATASUS como auxilia na busca de informação diagnóstica para finalidades gerais [37].

O DSM-5 é um manual de classificação dos transtornos mentais e critérios associados elaborados para facilitar o estabelecimento de diagnósticos mais confiáveis desses transtornos através de categorias para o diagnóstico, prevalência, curso, prognóstico e tratamento [1], constituindo-se num guia prático, funcional e flexível de consulta indispensável para especialistas que trabalham com saúde mental, pesquisadores e estudantes.

O manual apresenta uma nova categoria geral para caracterizar as manifestações específicas de dificuldades de aprendizagem em três domínios acadêmicos: na leitura, na escrita e na matemática [1], [13], [38]. A partir desta caracterização, foram sugeridos especificadores para os transtornos específicos de aprendizagem (TEA) com comprometimento da leitura, da expressão escrita ou da matemática.

Foram criados quatro critérios de diagnóstico para TEA (A, B, C, D), como mostrado no quadro 2. O critério de diagnóstico A é composto por 6 subitens e 3 aspectos denominados de aspectos centrais para diagnóstico (leitura, escrita e matemática), onde os subitens 1 e 2 estão orientados ao diagnóstico da leitura, os subitens 3 e 4 orientados ao diagnóstico da escrita e finalmente os subitens 5 e 6 orientados ao diagnóstico das habilidades matemáticas.

Neste trabalho serão abordados unicamente os subitens 1 e 2 relacionados ao diagnóstico da leitura do critério A do DSM-5 com maior detalhe, os outros critérios são só mencionados de forma sucinta por estar fora do escopo deste trabalho.

CRITÉRIOS	TRANSTORNOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAGEM (TEA)
A	Dificuldades na aprendizagem e no uso de habilidades acadêmicas, conforme indicado pela presença de ao menos um dos sintomas a seguir que tenha persistido por pelo menos 6 meses, apesar da provisão de intervenções dirigidas a essas dificuldades.
	ASPECTOS CENTRAIS PARA O DIAGNÓSTICO DA LEITURA
1	<i>Leitura de palavras de forma imprecisa ou lenta e com esforço</i> (p. ex., lê palavras isoladas em voz alta, de forma incorreta ou lenta e hesitante, frequentemente adivinha palavras, tem dificuldade de soletrá-las).
2	<i>Dificuldade para compreender o sentido do que é lido</i> (p. ex., pode ler o texto com precisão, mas não compreende a sequência, as relações, as inferências ou os sentidos mais profundos do que é lido).
	ASPECTOS CENTRAIS PARA O DIAGNÓSTICO DA ESCRITA
3	<i>Dificuldades para ortografar</i> (ou escrever ortograficamente) (p. ex., pode adicionar, omitir ou substituir vogais e consoantes).
4	<i>Dificuldades com a expressão escrita</i> (p. ex., comete múltiplos erros de gramática ou pontuação nas frases; emprega organização inadequada de parágrafos; expressão escrita das ideias sem clareza).
	ASPECTOS CENTRAIS PARA O DIAGNÓSTICO DA MATEMÁTICA
5	<i>Dificuldades para dominar o senso numérico, fatos numéricos ou cálculo</i> (p. ex., entende números, sua magnitude e relações de forma insatisfatória; conta com os dedos para adicionar números de um dígito em vez de lembrar o fato aritmético, como fazem os colegas; perde-se no meio de cálculos aritméticos e pode trocar as operações).
6	<i>Dificuldades no raciocínio</i> (p. ex., tem grave dificuldade em aplicar conceitos, fatos ou operações matemáticas para solucionar problemas quantitativos).
B	As habilidades acadêmicas afetadas estão substancial e quantitativamente abaixo do esperado para a idade cronológica do indivíduo, causando interferência significativa no desempenho acadêmico ou profissional ou nas atividades cotidianas, confirmada por meio de medidas de desempenho padronizadas administradas individualmente e por avaliação clínica abrangente. Para indivíduos com 17 anos ou mais, história documentada das dificuldades de aprendizagem com prejuízo pode ser substituída por uma avaliação padronizada.
C	As dificuldades de aprendizagem iniciam-se durante os anos escolares, mas podem não se manifestar completamente até que as exigências pelas habilidades acadêmicas afetadas excedam as capacidades limitadas do indivíduo (p. ex., em testes cronometrados, em leitura ou escrita de textos complexos longos e com prazo curto, em alta sobrecarga de exigências acadêmicas).
D	As dificuldades de aprendizagem não podem ser explicadas por deficiências intelectuais, acuidade visual ou auditiva não corrigida, outros transtornos mentais ou neurológicos, adversidade psicossocial, falta de proficiência na língua de instrução acadêmica ou instrução educacional inadequada.

Quadro 2: Critérios diagnósticos para TEA, segundo DSM-5 [1].

Para o DSM-5 [1], o critério B dos TEA, mostrado no quadro 2 é um critério de discrepância. Neste critério a característica-chave é a de que o desempenho do indivíduo nas habilidades acadêmicas afetadas está bem abaixo da média para a idade. Foram incluídos os critérios de A a D, no lugar do critério de discrepâncias do quociente de inteligência (QI), e devem ser cumpridos em sua totalidade.

Para o DSM-5, o critério C dos TEA, mostrado no quadro 2. Segundo o DSM-5 [1], MOUSINHO e NAVAS [13], o diagnóstico pode ser dado em vários momentos diferentes. O processo educacional começa com leitura e escrita de palavras e frases, e posteriormente, com textos concisos que ao progredir a escolaridade amplia o tamanho e o grau de complexidade permitindo encontrar erros, que no início são considerados naturais, mas ao persistir, passam a chamar a atenção.

Para o DSM-5, o critério D do DSM-5 dos TEA, mostrado no quadro 2, diz respeito, sobre os critérios de exclusão para fatores causais. Este critério refere-se às dificuldades de aprendizagem sejam consideradas “específicas” por quatro razões: elas não são atribuíveis a deficiências intelectuais (deficiência intelectual - transtorno do desenvolvimento intelectual); atraso global do desenvolvimento; as deficiências auditivas ou visuais; ou os problemas neurológicos ou motores.

Para o DSM-5 [1], o critério A, diz respeito a uma característica essencial do TEA são as dificuldades persistentes para aprender habilidades acadêmicas fundamentais como leitura exata e fluente de palavras isoladas, compreensão da leitura, expressão escrita e ortografia, cálculos aritméticos e solução de problemas matemáticos, notada durante os primeiros anos de escolarização formal. Estas habilidades precisam ser ensinadas e aprendidas explicitamente ao contrário de andar ou falar que são marcos adquiridos no desenvolvimento e das faixas etárias correspondentes.

Os aspectos centrais para o diagnóstico de leitura do critério A com subitens 1 e 2 do DSM-5, mostrados no quadro 2, referem-se aos fatores relacionados à leitura. Isto é, precisão, fluência, velocidade e compreensão que podem ser fatores fundamentais no diagnóstico de transtornos específicos de leitura para indivíduos que precisam de serviços especializados.

Alguns autores concordam em que a precisão e a fluência são aspectos centrais para o diagnóstico da leitura [13], [39], [40]. A fluência é um fator fundamental para um bom leitor realizar uma leitura com uma velocidade rápida, reconhecendo palavras

automaticamente, e fraseando corretamente com uma entonação adequada e uma correta marcação tônica das palavras e frases [41], transformando a leitura numa atividade prazerosa e motivadora. Nesse contexto, as pesquisas em dislexia em adultos a questão-chave é o desempenho em fluência de leitura [13].

Conhecendo a natureza da dislexia, um aspecto extremadamente importante é a precisão de leitura de palavras diretamente relacionada com o diagnóstico. Alguns autores consideram que, ao elaborar as listas de palavras para a avaliação em diversas línguas diferentes, devem ser consideradas as diferentes características psicolinguísticas das palavras que podem promover estratégias diferentes de leitura e ter uma interpretação correta do texto lido, de outro modo, será uma interpretação equivocada do texto, resultado de uma leitura imprecisa como consequência de uma baixa precisão no reconhecimento de palavras influenciando negativamente na compreensão e fluência de leitura [13], [42].

O processo de decodificação adequado das palavras regulares, regras ou irregulares determina como o leitor lê a palavra, o identifica para logo acessar o significado. Este processo pode ser simples, complexo ou insuficiente determinando a fluência do leitor numa determinada ortografia e língua.

Para alguns autores, a facilidade ou dificuldade em aprender uma determinada língua envolve o mapeamento das unidades fonológicas em unidades ortográficas de representação para o desenvolvimento de uma leitura fluente [39], [43]. As diferenças na fluência de leitura entre os disléxicos devem-se em parte, às diferentes ortografias das diversas línguas como resultado de um déficit nas representações fonológicas [44].

Vários autores concordam em que, as línguas com ortografias consideradas transparentes para a leitura, têm uma relação regular ou direta entre as letras (grafemas) e os sons (fonemas), onde a decodificação de palavras é mais simples permitindo o acesso das letras em sequência, garantindo boa acurácia, consequentemente a tarefa de leitura pode ser mais fácil e com menos erros cometidos, como por exemplo, no finlandês, grego, italiano e o espanhol. Já as línguas com ortografias consideradas opacas têm uma relação na qual existem muitas irregularidades na correspondência entre letras e sons, onde a decodificação de palavras é mais complexa e como consequência a tarefa de leitura pode ser mais difícil e com mais erros cometidos, como por exemplo, no inglês, francês, dinamarquês e o português [13], [34], [39], [43], [44].

Na figura 1 mostra a classificação das ortografias europeias segundo SEYMOUR [45] e podem ser observadas as ortografias mais próximas do extremo transparente, assim como aquelas mais próximas ao extremo opaco.

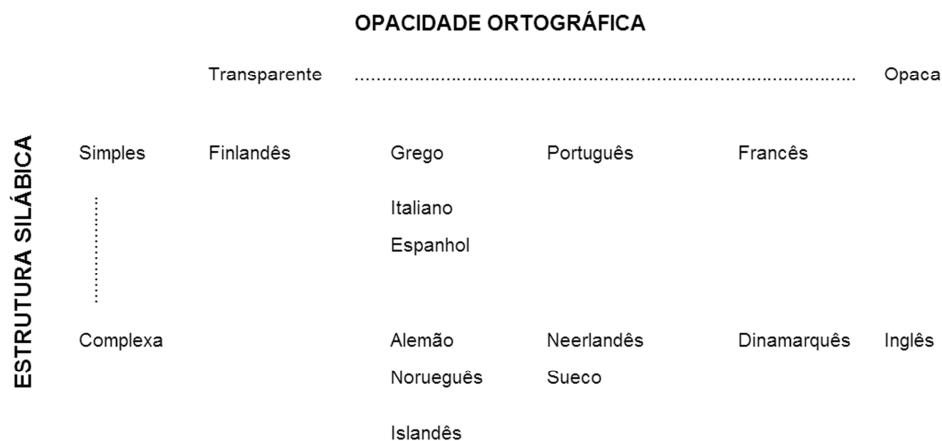


Figura 1: Opacidade Ortográfica das Ortografias Europeias, modificado de SEYMOUR [45]

Para TELES [44], a língua portuguesa (Portugal) é uma língua semitransparente. Já, a língua portuguesa brasileira caracteriza-se pela transparência ortográfica para leitura e menos transparente para a escrita, com uma configuração mais transparente que outras línguas latinas, onde o processo é mais rápido, no entanto, os fatores preditores para a dislexia são os mesmos que outras ortografias menos transparentes, como por exemplo, o italiano e espanhol [13], [25], [39].

Segundo NAVAS [39], os sistemas ortográficos têm sido relacionados com frequência de forma geral e persistente com o déficit do processamento fonológico em todas as etapas da vida, sendo possível a sua identificação antes da criança iniciar o processo de alfabetização formal, motivando pesquisas no desenvolvimento de propostas de intervenção precoce.

Para MOUSINHO e NAVAS [13], na leitura, a transparência ortográfica do português brasileiro permite o reconhecimento de palavras precocemente por escolares sem dificuldades, o mesmo não ocorre na escrita, onde o processo é menos transparente e com aumento da irregularidade, influenciando nos tipos de teste de leitura de palavras com resultados de eficácia maior em crianças mais jovens e com diminuição da eficácia à medida que a criança progride em idade.

Alguns autores apontam que as componentes de uma decodificação fluente são a fluência (o ritmo que a criança consegue impor a sua leitura) e a precisão (reflete o grau de correção da leitura) sem as quais a compreensão fica comprometida, resultando numa possível relação entre fluência de leitura, decodificação e compreensão, de forma que o processamento lento da palavra (velocidade de reconhecimento de palavras) interfere na automaticidade da leitura (precisão e rapidez) e na compreensão do material lido, conseqüentemente a fluência e a velocidade de leitura são fatores que influenciam diretamente na compressão leitora [13], [24], [46].

Um texto ouvido pode ser interpretado por um leitor inexperiente ou disléxico, mas a habilidade de leitura não permite resgatar as informações para interpreta-as, mas, com o transcorrer da experiência de leitura, a velocidade de leitura textual aumenta e se tornando um processo automatizado [13].

A leitura e escrita é praticada desde o início da educação formal e transcorre durante as diversas fases da vida do ser humano com maior ou menor complexidade, logo, o diagnóstico pode ser admitido desde o ensino fundamental até a idade adulta. Segundo MOUSINHO e NAVAS [13], não existem critérios descritos e válidos para cada fase considerando a possibilidade de diagnóstico para períodos mais longos, criando a necessidade de desenvolver testes padronizados para adolescentes e adultos para a realidade brasileira, o que é um desafio.

Transtornos específicos de Aprendizagem
315.00 com comprometimento de leitura (CID 10: F81.0)
Precisão na leitura de palavras
Velocidade ou fluência de leitura
Compreensão leitora
Nota: Dislexia é um termo alternativo usado em referência a um padrão de dificuldades de aprendizagem caracterizado por problemas no reconhecimento preciso ou fluente de palavras, problemas de decodificação e dificuldades de ortografia. Se o termo dislexia for usado para especificar esse padrão particular de dificuldades, é importante também especificar quaisquer dificuldades adicionais que estejam presentes, tais como dificuldades na compreensão da leitura ou no raciocínio matemático.

Quadro 3: Codificação dos TEA para leitura, segundo DSM-5 [1]

Por tanto, um individuo pode ser chamado de disléxico, após de enquadrar nas características enumeradas no DSM-5 critério A, com sintomas persistentes por um

período maior de 6 meses, mesmo com o fornecimento de intervenções dirigidas a essas dificuldades.

Para fazer um possível diagnóstico sobre um transtorno específico de aprendizagem com prejuízo da leitura devem-se usar as especificações determinadas no DSM-5 mostradas no quadro 3. O diagnóstico pode ser atribuído como um transtorno de aprendizagem, especificando as áreas de comprometimento que têm relação com a precisão, velocidade e compreensão, assim como também se orienta a especificar todos os domínios e sub-habilidades acadêmicas prejudicadas. Por exigência do CID-10, os prejuízos na leitura, na expressão escrita e na matemática, com os prejuízos em sub-habilidades, devem ser codificados em separado.

Tabela 1: Graus de severidade (GS) para TEA, modificado do DSM-5 [1]

Especificar a gravidade atual		
Severidade	Descrição	GS
Normal	Sem dificuldades de aprendizagem	$gs \geq 0$
Leve	Alguma dificuldade em aprender habilidades em um ou dois domínios acadêmicos, mas com gravidade suficientemente leve que permita ao indivíduo ser capaz de compensar ou funcionar bem quando lhe são propiciadas adaptações ou serviços de apoio adequados, especialmente durante os anos escolares.	$0 < gs \leq -1$
Moderado	Dificuldades acentuadas em aprender habilidades em um ou mais domínios acadêmicos, de modo que é improvável que o indivíduo se torne proficiente sem alguns intervalos de ensino intensivo e especializado durante os anos escolares. Algumas adaptações ou serviços de apoio por pelo menos parte do dia na escola, no trabalho ou em casa podem ser necessários para completar as atividades de forma precisa e eficiente.	$-1 < gs \leq -2$
Grave	Dificuldades graves em aprender habilidades, afetando vários domínios acadêmicos, de modo que é improvável que o indivíduo aprenda essas habilidades sem um ensino individualizado e especializado contínuo durante a maior parte dos anos escolares. Mesmo com um conjunto de adaptações ou serviços de apoio adequados em casa, na escola ou no trabalho, o indivíduo pode não ser capaz de completar todas as atividades de forma eficiente.	$-2 < gs \leq -3$

O DSM-5 aponta os possíveis graus de severidade para a dislexia, tendo em vista que:

“O transtorno específico da aprendizagem permanece ao longo da vida, mas seu curso e expressão clínica variam, em parte, dependendo das interações entre as exigências ambientais, a variedade e a gravidade das dificuldades

individuais de aprendizagem, as capacidades individuais de aprendizagem, comorbidades e sistemas de apoio e intervenção disponíveis.” DSM-5 [1, p. 17]

Os graus de severidade (gs) da dislexia denominados como leve, moderado e grave correspondem ao grau de impacto na vida diária e à quantidade de adaptações educacionais necessárias, consequência do envolvimento dos aspectos biológicos, sem esquecer as questões ambientais que têm uma interferência importante na evolução do quadro, tanto nos aspectos clínicos quanto nos educacionais [13]. Estes graus de severidade são mostrados na tabela 1.

A tabela 1 aponta como especificar a gravidade atual da dislexia em função da severidade composta pelos graus normal, leve, moderado e grave, sua descrição correspondente, assim como o valor numérico dado a cada grau de severidade na coluna GS. Os valores numéricos atribuídos a cada grau de severidade variam em intervalos com a finalidade de ter uma maior precisão quanto ao desempenho da intervenção em leitura.

Acredita-se que o intervalo pode medir melhor o desempenho de um indivíduo, mesmo tendo o mesmo grau de severidade, mas com mudanças fracionárias no intervalo em comparação com os valores decimais de -1, -2, e -3 assinalados pelo DSM-5 para os graus leve, moderado e grave, o que motivou a sua modificação e ter a tabela 1 como resultado. A lógica *fuzzy* surge como uma alternativa viável para lidar com o tratamento dos valores do desempenho de leitura, em razão de que um indivíduo pode ter o mesmo grau de severidade, mas com um grau de pertinência diferente dentro do mesmo intervalo.

2.1.2 Prevalência

As taxas de prevalência encontradas na literatura ao respeito da dislexia são ambíguas e relatam diferenças significativas entre elas. Para Macário Costa [34], as diferenças nas complexidades ortográficas dos diversos países se refletem na prevalência das dificuldades de aprendizagem. Nessa tendência, o DSM-5 aponta que, a prevalência entre crianças em idade escolar, em diferentes idiomas e culturas é de 5 a

15% nas três esferas de aprendizagem da leitura, escrita e matemática. Já nos adultos, a prevalência é desconhecida, podendo ser de aproximadamente de 4% [1].

No estudo de J. Fletcher, as estimativas de prevalência variam de 6 a 17% na população com idade escolar, dependendo em grande parte dos critérios da gravidade das dificuldades de leitura [47]. Já para B. Pennington, as deficiências de leitura são comuns, com estimativas da prevalência que variam de 5 a 15% na população com idade escolar, dependendo de como a deficiência é definida [48].

Para o Ministério de Educação do Brasil, a dislexia é o distúrbio de maior incidência nas salas de aula e atinge entre 5% e 17% da população mundial, de acordo com a Associação Brasileira de Dislexia (ABD) [49].

Em relação à prevalência em dislexia em alguns países, o estudo de S. Shaywitz aponta que a prevalência nos países europeus e nos Estados Unidos é alta e varia numa taxa de 3 a 18% [16]. Um estudo realizado por Coltheart e Prior aponta que na Austrália, até 20% da população estudantil está lutando por aprender a ler, enquanto que uma taxa de aproximadamente de 10% delas experimenta dificuldades de leitura substanciais [48]. Na França, as taxas de dislexia variam de 5 a 10% em crianças com idade escolar [50], [51].

No Reino Unido, a Associação Britânica de Dislexia sugere que 10% da população é disléxica, e dessa taxa, 4% são severamente disléxicos. No entanto, estas taxas são contestadas [52]. Na Grécia, um estudo revelou que a dislexia era mais comum em meninos com uma taxa de 59,7% em relação com as meninas com taxa de 35,1% [48].

Em Portugal, a prevalência de 48% é a maior taxa e corresponde às dificuldades de aprendizagem. Para a Associação Portuguesa de Pessoas com Dificuldades de Aprendizagem Específicas a prevalência atual é de 5 a 10% da população de alunos e registra um aumento [53], esta variação depende do método usado na pesquisa e a população alvo [54], [55]. Em outro estudo é apontado a prevalência com uma taxa de 5,4% das crianças em idade escolar [56], [57].

No Brasil, segundo o Instituto ABCD, organização da sociedade civil de interesse público (OSCIP) dedicado a gerar, promover e disseminar projetos que tenham impacto positivo na vida de brasileiros com dislexia e outros transtornos específicos de

aprendizagem [58]. Segundo este instituto, não existe estudos epidemiológicos de abrangência nacional e amostragem relevante.

Estima-se que aproximadamente 4% da população brasileira tenha dislexia ao ser comparada com a prevalência de 5% de Portugal, em razão da maior dificuldade em aprender o português europeu que o português brasileiro [16], [58]. Esta taxa de prevalência transformada em números corresponde a 7,8 milhões de pessoas apontadas pelo Censo de 2010 [58].

Usando os critérios do DSM-5, um estudo avaliou escolares do 2º ao 6º ano no norte, nordeste, centro-oeste e sudeste do Brasil usando uma amostra de crianças com transtornos específicos de aprendizagem, se encontrou uma taxa de 7,5% de escolares com diagnóstico de comprometimento de leitura [16], [51].

No Rio de Janeiro, o projeto ELO (escrita, leitura e oralidade) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) realiza avaliações, diagnósticos e intervenções numa proposta interdisciplinar, encontrou uma taxa de aproximadamente 10% com incidência de dislexia dentro do grupo de crianças com queixas de aprendizagem [16], [59].

Diante da grande heterogeneidade das taxas de prevalência da dislexia, podem ser propostos estudos, elaboração de instrumentos computacionais, criação de padrões de avaliação, entre outros, com a finalidade de avaliar, diagnosticar, intervir e validar instrumentos que avaliem o desempenho acadêmico da população estudantil para as diferentes regiões geográficas do Brasil, trabalho árduo e complexo pela grande diversidade brasileira.

2.1.3 Intervenção pedagógica

Segundo o dicionário Aurélio [60], intervenção é o ato de intervir. Também significa o ato de exercer influência em determinada situação na tentativa de alterar o seu resultado [12]. O termo de intervenção é usado com frequência em áreas da Psicologia, Medicina e Administração [61], além disso, a intervenção também pode ser realizada de forma interdisciplinar.

O termo de intervenção pedagógica pode ser caracterizado como uma interferência feita por um especialista com o objetivo melhorar o processo de aprendizagem do aluno[12].

Nessa perspectiva, DAMIANI et al [61], apontam que:

“... são investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” DAMIANI et al [61, p. 58].

No contexto da caracterização de DAMIANI et al, podem ser usadas algumas atividades que podem contribuir a melhorar positivamente as intervenções como, por exemplo, leitura e interpretação de textos de forma permanente [62].

Segundo ANDRADE, O.; ANDRADE, P. e CAPELLINI [63] dentro do contexto do modelo RtI as intervenções em leitura estão orientadas em duas direções: fluência em leitura oral e leitura silenciosa.

Os estudantes que realizam intervenção em fluência de leitura oral realizam atividades de leitura e prosódia, por meio de leitura oral de textos que possibilitam a ênfase na expressão e significado, por meio de diálogos e poesias. Também podem ser realizadas atividades de consciência fonêmica, pontuação, identificação de sílaba tônica, assim como leitura silenciosa [42].

O modelo de RTI é apontado como método de intervenção pelo DSM-5, e vamos seguir esse caminho.

2.2 O modelo de RtI

A inclusão da abordagem de resposta à intervenção (RtI) no texto do critério A é uma das maiores mudanças da nova versão do DSM-5 [13]. Esta abordagem pode ser considerada uma alternativa à forma tradicional de identificar estudantes com dificuldades específicas de aprendizagem através do modelo de discrepâncias de resultados do coeficiente de inteligência muito usada nos Estados Unidos [64]–[67].

Esta abordagem é caracterizada pelo *National Center on Response to Intervention* (NCRTI) como:

“avaliação e intervenção dentro de um sistema de prevenção multicamadas para maximizar o desempenho do aluno e para reduzir problemas comportamentais. Com o modelo RtI, as escolas usam os dados para identificar alunos em risco de obter resultados ruins na aprendizagem, monitorar o progresso do aluno, fornecer evidências baseadas em intervenções e ajustar a intensidade e a natureza dessas intervenções, dependendo da resposta do aluno, e identificar alunos com deficiências de aprendizagem ou outras deficiências.” NCRTI [68, p. 2]

A partir desta caracterização, vários autores concordam que, esta abordagem é um modelo usado como um processo sistemático de tomada de decisões, composto por camadas que permitem fornecer práticas educacionais de alta qualidade, cientificamente validadas baseadas nas necessidades do aluno que apresenta dificuldades de aprendizagem e comportamento, com o propósito de monitorar o progresso, ajustando a instrução com base na resposta do aluno com a finalidade de melhorar a sua aprendizagem [14], [40], [69]–[73].

O modelo RtI é uma proposta de intervenção muito difundida nos Estados Unidos que permite identificar precocemente crianças com dificuldades de aprendizagem e comportamento através de várias etapas [14]. Em cada etapa, as crianças recebem instruções de leitura baseadas em evidências e seu progresso é monitorado com a finalidade de avaliar a eficácia das abordagens instrucionais, aquelas que não estão progredindo são selecionados para receber apoio adicional [40].

Diversos autores concordam que, as componentes típicas do modelo RtI são: (a) a prevenção começa com rastreamento universal usado para identificar através de um currículo aqueles estudantes que não acompanham a seus pares; (b) implementação de intervenções cientificamente válidas para ser usadas quando os alunos não conseguem atingir os níveis de referência, e precisam de instruções adicionais; (c) monitoramento contínuo do progresso dos estudantes ao longo do tempo, orientado com maior frequência para aqueles que é fornecida uma intervenção adicional; (d) individualizar as intervenções para aqueles estudantes que continuam com dificuldades apesar de receber instruções na intervenção inicial, necessitarão de intervenções intensivas e direcionadas; (e) modelo de tomada de decisões através do qual as crianças identificadas com habilidades insuficientes recebam apoio instrucional mais intensivo em tempo hábil e

poder determinar os estudantes elegíveis para serviços especializados quando necessário [64], [73]–[80]

O modelo é usado como uma estratégia ampla de detecção e prevenção precoce para a identificação de estudantes com dificuldades de aprendizagem elegíveis para serviços especializados, mesmo assim não é uma iniciativa de serviços especializados, é um *framework* de educação geral para fornecer orientações combinadas com as necessidades do estudante e auxilia-los antes que estes se atrasem em relação aos outros estudantes [81], [82], utiliza uma medida única que começa com o rastreio universal de todos os estudantes nos diferentes períodos durante o ano letivo direcionando as intervenções a estudantes com dificuldades de aprendizagem [83]

No modelo RtI, o rastreio é usado para identificar o subconjunto de estudantes de uma escola, sala de aula ou programa que necessitam de monitoramento mais próximo a seu currículo geral ou de uma intervenção intensiva se o desempenho esta abaixo do padrão adotado na sala de aula ou da estratégia de instrução [74], [83].

De acordo coma a caracterização dada pela NCRTI, o modelo RtI é um sistema de prevenção em camadas, com a singularidade de que cada camada é um nível de intervenção, tipicamente têm três camadas [82]. O componente instrucional entre as camadas é aditivo. Isto é, todos os estudantes recebem instrução na camada 1; alguns estudantes recebem as camadas 1 e 2; e poucos estudantes recebem as camadas 1, 2 e 3 [84].

2.2.1 Camada 1: Intervenção primária

Na primeira camada é realizado um rastreio em toda a escola em áreas acadêmicas essenciais para identificar o nível de proficiência de cada estudante através de um currículo básico eficaz com instruções de alta qualidade e apoio comportamental [66], [77], [84], e estimule todas as áreas do desenvolvimento infantil. Esta camada é projetada para servir a todos os estudantes com estratégias pedagógicas de qualidade (baseada em evidências) [63].

O currículo básico é geralmente estabelecido como os conteúdos a serem ensinados e aprendidos usando estratégias pedagógicas de qualidade que cobrem os

padrões da escola e é a referência que têm todos os estudantes num determinado nível de escolaridade [85].

Segundo o NRCLD [75], as instruções de alta qualidade são elaboradas com a finalidade de preencher as necessidades acadêmicas da maioria dos estudantes, podendo ser de três tipos: (1) programas de ensino baseados na pesquisa realizada pelo professor; (2) monitoramento contínuo dos estudantes através de medições baseadas no currículo; (3) análises dos resultados do monitoramento contínuo para determinar quais estudantes estão com dificuldades de aprendizagem (risco) e necessitam de apoio instrucional intensivo.

Os dados resultantes do rastreio são organizados de tal modo que permitam a comparação do desempenho individual e do grupo em competências específicas [74], tais como, programas de leitura, matemática e escrita através dos quais é feito o monitoramento contínuo do progresso dos estudantes [75].

Vários autores estimam que aproximadamente 80% dos estudantes de uma sala de aula de educação geral fazem parte da camada de intervenções primárias. Esta porcentagem não é um número fixo, é uma estimativa baseada na melhor evidencia possível [68], [78], [85]–[90].

Realizar um movimento em sentido da camada 2 indicaria que um estudante foi identificado no monitoramento contínuo com progresso acadêmico inferior em relação ao desempenho de seus pares, e como consequência, os resultados do monitoramento contínuo deveriam ser revistos periodicamente [66], [75].

2.2.2 Camada 2: Intervenção secundária

As intervenções na camada 2 são fornecidas para pequenos grupos de estudantes vindos da intervenção primária cujo progresso é insuficiente para permanecer nesta camada. Os integrantes destes grupos são avaliados com intervenções intensivas multidisciplinares baseadas em pesquisas, concebidas para responder às questões que surgiram durante a intervenção primária e secundária e para eliminar outras formas de incapacidade como causa do fracasso, através de um monitoramento contínuo para verificar o progresso dos estudantes [75], [79], [91].

Os integrantes camada 2 recebem com frequência intervenções sob a forma de instrução suplementar e sistematicamente diferenciada. MCINTOSH [78], indica um possível fluxo de como um estudante pode mudar da camada 2 para a camada 3 ou para a camada 1 ou vice-versa, em função do progresso determinado pelo monitoramento contínuo.

Esta melhoria permite determinar o sucesso ou falha no desenvolvimento das habilidades acadêmicas básicas como leitura, escrita e matemática através das estratégias pedagógicas fornecidas para os estudantes da camada 2.

Existem algumas discrepâncias enquanto à porcentagem de estudantes que formam parte da segunda camada. BERKELEY et al. [79] apontam que esta porcentagem é de aproximadamente de 20% de estudantes. BALL e TRAMMELL [87], assim como TILLY [85] apontam que esta porcentagem varia entre 10 a 15%. No entanto, é de consenso maioritário que esta porcentagem é aproximadamente de 15% [79], [88]–[90].

2.2.3 Camada 3: Intervenção terciária

Na camada 3 são fornecidas intervenções intensivas para os estudantes que não progredem após um período de tempo razoável com intervenções secundárias e requerem de uma assistência mais intensiva no desenvolvimento das habilidades acadêmicas e comportamentais [82]. O estudante que participa desta camada é diagnosticado com problemas de aprendizagem por uma equipe multidisciplinar [88].

É feita uma programação individualizada e um monitoramento intenso e contínuo para os integrantes desta camada, que pelo geral é de poucos estudantes [91].

Segundo BALL e TRAMMELL [87], a camada 3 é teoricamente considerada como um tipo de “última parada” entre a educação geral e os serviços especializados. Os estudantes que participam desta camada têm dificuldades de aprendizagem persistentes e desafiadoras.

Esta camada geralmente envolve aulas individuais com uma combinação de intervenções intensivas com estratégias pedagógicas de qualidade e com uma avaliação

multidisciplinar contínua gerando dados críticos referentes ao desempenho dos estudantes nesta camada [82].

Os dados coletados sistematicamente são resultado do monitoramento contínuo e podem ser usados para identificar sucessos e falhas nas estratégias pedagógicas utilizadas para os estudantes individualmente. Se as deficiências ainda persistem após os estudantes receber intervenções progressivas e intensivas, eles são avaliados como possíveis candidatos a serviços especializados [82], [91].

Para BARGE [88], a camada 3 requer do comprometimento de toda a equipe multidisciplinar envolvida. Existe uma pequena discrepância enquanto à taxa de porcentagem dos estudantes que participam das intervenções terciárias. BALL e TRAMMELL [87], apontam que 5 a 10% dos estudantes participam desta camada. Já, em maior número apontam que esta porcentagem é de aproximadamente 5% [79], [85], [88]–[90].

2.3 O modelo RtI na prática

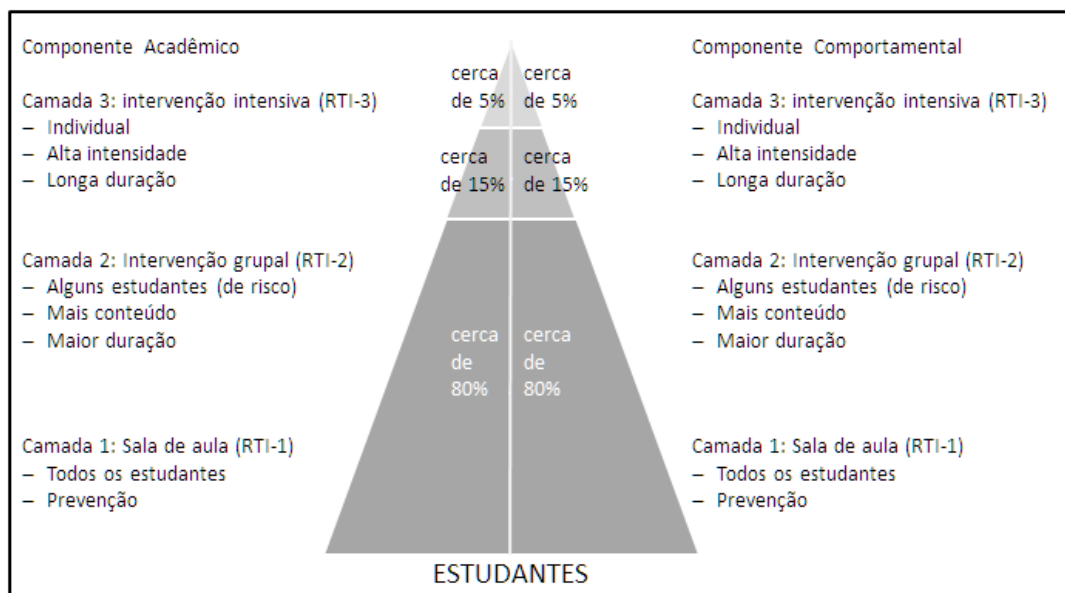


Figura 2: Modelo RtI em camadas para intervenções acadêmicas e comportamentais, modificado de FLETCHER e VAUGHN [92]

No modelo RtI o diagnóstico não é dado *a priori* [13]. Segundo MOUSINHO e NAVAS [13], no modelo RtI o processo de diagnóstico começa com o estabelecimento de uma hipótese diagnóstica, que deve ser confirmada após um período de intervenção eficaz e cientificamente embasada. As autoras também apontam que, ao realizar o diagnóstico se deve ter em conta as variáveis ambientais que podem promover um falso positivo (no caso, dislexia), a evolução no período de 6 meses ou a rapidez e o modo de resposta como aspectos decisivos para confirmação ou não do diagnóstico.

A figura 2 apresenta as três camadas do modelo RtI usadas para realizar intervenções acadêmicas e comportamentais. A camada RTI-1 denominada “sala de aula” corresponde à camada de intervenções primárias descrita na seção 2.2.1.

Esta camada é de caráter instrucional onde todos os estudantes da sala de aula são rastreados de forma preventiva com a finalidade de identificar estudantes em risco de ter problemas acadêmicos para serem avaliados frequentemente com provas curtas destinadas a avaliar o progresso ao longo do tempo [92]. Nesta fase, são usados os componentes curriculares e comportamentais nas avaliações que monitoram o desempenho dos estudantes através de uma variedade de estratégias de ensino usadas pelos professores [93].

A camada RTI-1 foi implementada, mas não testada por dificuldades em conseguir uma escola que permita ter acesso às salas de aula por razões de regimentos internos das mesmas, assim como o tempo prolongado para conseguir uma permissão do comitê de ética.

A camada RTI-2 denominada de “intervenção grupal” corresponde à camada de intervenções secundárias descrita na seção 2.2.2. Nesta camada, os estudantes que não alcançam o desempenho e as taxas de progresso com base em padrões locais ou nacionais encontram-se abaixo da média de seus pares da mesma sala de aula recebem instrução adicional direcionada a pequenos grupos (estudantes de risco). A intervenção é remediativa e contínua ofertada por um profissional de apoio, por exemplo, fonoaudiólogo [92], [93].

Segundo ALMEIDA et al. [93], para determinar a eficácia da intervenção, o estudante é monitorado com frequência; a fidelidade das instruções e intervenções usadas na prática é determinada através de uma avaliação sistemática.

A camada RTI-3 chamada de “intervenção intensiva” corresponde à camada de intervenções terciárias descrita na seção 2.2.3. Nesta camada, é ofertada uma intervenção individual e intensiva para estudantes que não progredem adequadamente na RTI-2, com intervenções de longa duração e monitoramento intensivo em períodos curtos de tempo para determinar o desempenho dos estudantes.

A avaliação do estudante é feita por um especialista junto de uma equipe multidisciplinar usando múltiplas fontes de dados como, por exemplo, professores, pais, amigos ou outras pessoas que participem do ambiente social do estudante. Os dados resultantes destas fontes são utilizados para avaliar o estudante e determinar a elegibilidade para os serviços especializados ou outros serviços relacionados [92], [93].

A informação corresponde às camadas (RTI-1, RTI-2, RTI-3) do modelo RtI é pelo geral imprecisa devido às variáveis envolvidas no modelo que dependem da genética e do ambiente social do estudante. Uma possível abordagem para automatizar os processos, os fluxos ou auxílio na tomada de decisões, etc., é conhecida como lógica *fuzzy*.

A abordagem *fuzzy* também tem sido utilizada em aplicações de controle de eletrodomésticos, de controle de satélites, de mercado financeiro, de medicina e tendem a crescer cada vez mais, sobretudo em sistemas híbridos, que incorporam abordagens conexionistas e evolutivas as quais são amplamente conhecidas como “*soft computing*” [94].

2.4 Lógica *fuzzy*

Na lógica tradicional Aristotélica os objetos são classificados em categorias muito bem definidas. Um objeto pertence a uma categoria ou não, uma figura geométrica é um triângulo ou não. Um animal é carnívoro ou não. No mundo ideal estas categorias podem servir para separar objetos, mas infelizmente na realidade do dia a dia este tipo de lógica falha em grande número de situações pela impossibilidade de poder definir exatamente situações da vida real. Por exemplo, como definir quem é alto, jovem, velho, rápido, lento?

Lotfi Zadeh propôs a lógica *fuzzy* (LF) em 1965, baseado na teoria dos conjuntos nebulosos [15], [94]–[99], para tratar do aspecto vago (indeterminado, indefinido) da informação. A teoria dos conjuntos “clássica” pode ser vista então como um caso particular desta teoria mais geral. A partir de 1978, Zadeh desenvolveu a teoria de possibilidades, que trata a incerteza da informação, podendo, pois, ser comparada com a teoria de probabilidades.

A LF difere dos sistemas lógicos booleanos tradicionais em suas características e seus detalhes permitindo o tratamento de classes de objetos e suas inter-relações em um universo definido onde um elemento pertence ou não ao conjunto (todas as operações estão baseadas na relação de pertinência, isto é, um elemento pertence ou não pertence a um conjunto ou pode ser *verdadeiro* ou *falso*), em quanto que, na LF as pertinências (*graus de pertinência*) são valores que variam entre 0 e 1, como mostrado na figura 3.

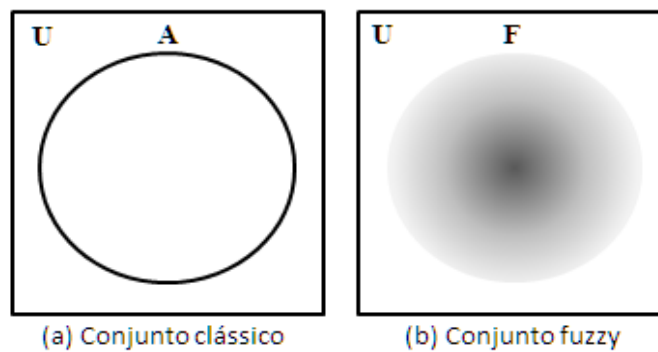


Figura 3: Conjunto clássico e conjunto *fuzzy*

Na figura 3, podem ser observados dois tipos de conjuntos denominados (a) conjuntos clássicos e (b) conjuntos *fuzzy*. A relação de pertinência nas duas abordagens muda, no conjunto clássico um elemento pertence ou não ao conjunto A cujo universo é U, como mostrado na figura 3a. Já no conjunto *fuzzy* o grau de pertinência varia de forma gradual entre os valores 0 e 1 como mostrado na figura 3b.

Na LF, o raciocínio exato corresponde aos limites extremos do raciocínio aproximado, sendo interpretado como um processo de composição de relações *fuzzy*. Assim, uma pertinência de algum valor específico entre 0 e 1 pode representar algum valor verdade ou falsidade dependendo do grau de pertinência ao conjunto, onde os valores de verdade são expressões linguísticas, por exemplo: rápido, muito rápido, meio

rápido, lento, meio lento, muito lento. Cada termo linguístico é interpretado como um subconjunto nebuloso do intervalo unitário.

A lógica *fuzzy* é uma das abordagens atuais mais bem-sucedidas para o desenvolvimento de sistemas para controlar processos sofisticados. Com sua utilização, requerimentos complexos podem ser implementados em controladores simples, de fácil manutenção e de baixo custo. O uso de sistemas construídos desta maneira, chamados de controladores nebulosos, é especialmente interessante quando o modelo matemático está sujeito a incertezas [98].

2.4.1 Introdução aos conceitos de lógica *fuzzy*

A teoria dos conjuntos clássicos (conhecidos também como conjuntos nítidos) serve como base à lógica binária tradicional e à teoria dos conjuntos *fuzzy* desenvolvida por *Zadeh* para sustentar a lógica *fuzzy*.

2.4.1.1 Definições, características e formas de imprecisão

Em geral, os seres humanos apresentam uma linguagem em termos vagos e dependentes de um contexto para elaborarem suas ideias. Isto pode ser mostrado usando vários tipos de termos vagos, como por exemplo, a altura de uma pessoa, a distância de uma cidade a outra, a temperatura, a saúde de uma pessoa, a velocidade de um carro, a velocidade de leitura, etc., mas vamos usar o primeiro termo para clarificar a ideia.

Ao se dizer que uma determinada pessoa é alta, isto é perfeitamente entendido, pois sempre se tem uma referência ou limiar de altura, mesmo que não se defina exatamente a partir de que altura, em metros, uma pessoa pode ser considerada alta.

A figura 4 mostra uma linha que divide as duas classes. Essa linha possui uma mudança brusca, e um valor binário “0” ou “1” indica em qual classificação se encontraria uma pessoa em termos de sua altura em metros. A consideração é sempre válida quando há um limite ou uma referência que tenta dividir o sim ou não, o preto do branco, etc.

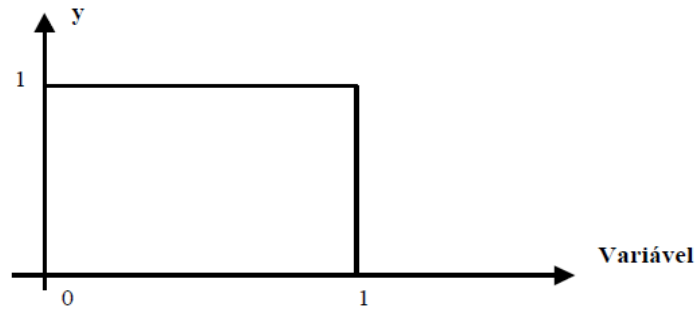


Figura 4: Domínio binário

Por outro lado, na lógica binária tradicional, uma pessoa pode apenas ser considerada “alta” ou “não alta”, correlacionando com um determinado comprimento padrão ou limiar estabelecido para a altura de uma pessoa. Sem se estabelecer uma referência exata, é impossível determinar se a afirmação “Jorge é alto” é verdadeira ou falsa com a lógica binária. Se a referência fosse 1.80 m, uma pessoa com 1.81 m seria considerada “alta”, enquanto outra, de 1.79 m, seria “não alta”, como mostrado na figura 5.

Na realidade, os seres humanos têm a tendência de suavizar as mudanças bruscas, de fazer meias-afirmações ou de enxergar graduações em cores que entram em contradição com a lógica binária, como no exemplo da altura das pessoas, existe uma mudança brusca, em 1,8 m, de “não-alto” para “alto”, em geral é contra o senso comum do pensamento humano, como mostrado na figura 5.

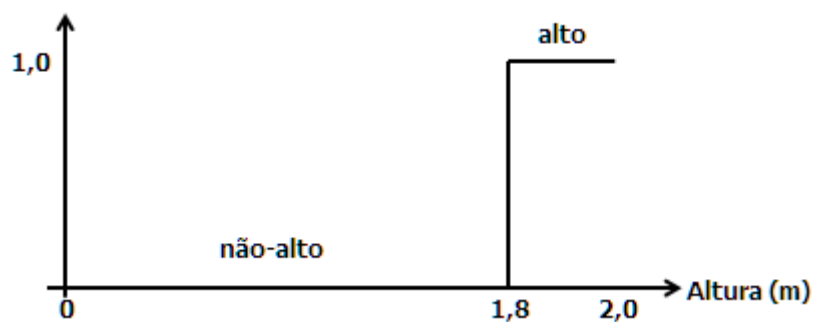


Figura 5: Classificação binária entre ser “não-alto” e “alto”

A lógica *fuzzy* apresenta outra forma de interpretar tal problema pela adoção do conceito de se pertencer parcialmente a um conjunto, isto é, o grau de pertinência pode

ter valores em dois conjuntos e não necessariamente com o mesmo valor, como em afirmações do tipo “não muito alto” ou “bem alto”.

Cada uma dessas afirmações linguísticas representa uma verdade parcial, com certo grau de verdade, ou com certo grau de pertinência a um conjunto. Na lógica *fuzzy*, um elemento pode pertencer de forma parcial a um conjunto, com certo grau, digamos 80% ou 25%. Na lógica clássica, o grau de pertinência é sempre de 0 ou 100% (“0” ou “1”), enquanto na lógica *fuzzy* ele pode ser um valor que varia entre 0 e 1, incluindo eles mesmos.

2.4.1.2 Variáveis linguísticas (VL)

Na lógica *fuzzy*, os valores verdade são expressões linguísticas, por exemplo, a temperatura pode ser expressa em função dos termos linguísticos: *muito frio*; *frio*; *morno*; *quente*; e *muito quente*. Onde cada termo linguístico é interpretado como um subconjunto nebuloso do intervalo unitário [0, 1].

Na lógica *fuzzy* as variáveis linguísticas podem ser qualquer palavra que contém conhecimento incerto ou que não esteja bem definido, por exemplo, *altura*, *temperatura*, *distância*, *saúde de uma pessoa*, *velocidade*, etc. Tais palavras que não podem ser entendidas com clareza se não se determina um ponto de referência para poder determinar os valores verdade destas variáveis. Em síntese, uma variável linguística (VL) é uma variável cujos valores são nomes (termos) que representam conjuntos nebulosos [95] e a principal função é fornecer uma maneira sistemática de uma caracterização aproximada de fenômenos mal definidos.

Uma variável linguística esta composta por quatro partes: o nome da variável (por exemplo, velocidade de leitura); rótulos dos valores *fuzzy* (por exemplo, rápido, lento); função de inclusão para determinar o grau de inclusão no conjunto *fuzzy*; o universo de discurso que contém todos os elementos do conjunto *fuzzy*.

Na lógica clássica, um predicado denota uma relação entre objetos de um determinado contexto de discurso e exige uma definição exata com resposta única (verdadeiro ou falso), por exemplo, *par*, *maior que*, *mortal*, *homem*, já na lógica *fuzzy* os predicados não possuem definição exata (nebulosos) e as respostas são relativas, isto

é, as respostas possuem um grau de veracidade que varia entre “totalmente falso” (0) e “totalmente verdadeiro” (1), por exemplo, *alto, baixo, jovem, cansado*.

Na lógica clássica, o modificador mais utilizado é a negação enquanto que na lógica *fuzzy* existem vários modificadores de predicados como, por exemplo, *muito, pouco, mais ou menos, levemente, extremamente*, etc. Estes modificadores são essenciais na geração dos termos linguísticos, por exemplo, no caso da variável distância: *muito perto, mais ou menos perto, levemente longe, mais ou menos longe, muito longe*, etc.

Na lógica clássica existem somente os quantificadores existenciais (\exists) e universais (\forall). Já a lógica *fuzzy* admite uma ampla variedade de quantificadores, por exemplo, *pouco, vários, usualmente, frequentemente, em torno de cinco*, etc. Alguns exemplos de variáveis linguísticas podem ser ALTURA = {Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto}, TEMPERATURA = {Muito Frio, Frio, Morno, Quente, Muito Quente}, DISTÂNCIA = {Muito Perto, Perto, Longe, Médio Longe, Muito Longe}, VELOCIDADE_LEITURA = {Muito Lento, Lento, Normal, Rápido, Muito Rápido}, etc.

As variáveis linguísticas possibilitam que seus valores sejam descritos qualitativamente por um termo linguístico (símbolo que serve como nome do conjunto nebuloso) e quantitativamente por uma função de inclusão correspondente (que expressa o significado do conjunto nebuloso) [99].

O termo linguístico é usado para expressar conceitos e conhecimentos da comunicação humana, enquanto que a função de inclusão é útil para processar entradas de dados numéricos. Uma variável linguística é uma composição de duas variáveis, uma variável simbólica (variável cujo valor é um símbolo) e uma variável numérica (variável cujo valor é um número).

As variáveis numéricas são frequentemente usadas em ciências, engenharia, matemáticas, medicina, e em muitas outras disciplinas, entanto que as variáveis simbólicas desempenham um papel importante em Inteligência Artificial e na tomada de decisões [99].

Usando a noção de variável linguística para combinar as variáveis numéricas e simbólicas em uma estrutura uniforme são, de fato, uma das razões principais do sucesso da LF em abordagens inteligentes em engenharia e em muitas outras áreas que

lidam com problemas de domínio contínuo. E pode ser uma alternativa para tentar quantificar variáveis que dependem de fatores pouco conhecidos, por exemplo, fatores genéticos, sociais e comportamentais usados com frequência na área da saúde.

2.4.1.3 Função de pertinência

Uma função de inclusão caracteriza completamente um conjunto nebuloso [94]. Formalmente, uma função de inclusão é uma aplicação do universo de discurso U no intervalo $[0, 1]$ [99]. Segundo [97], esta função liga um número a cada elemento x do universo de discurso U . Geralmente denotada por $\mu_F(x)$.

As funções de inclusão podem representar uma noção individual de uma classe vaga e são primordialmente subjetivas em natureza [95] e fornecem uma medida do grau de similaridade de um elemento no universo de discurso para o subconjunto nebuloso [98].

As formas mais comuns usadas por uma função de inclusão são triangulares, trapezoidais, linear por partes e gaussianas [98]. Até muito pouco tempo atrás, a escolha das funções de inclusão era feita de uma forma arbitrária, e eram baseadas na experiência do usuário, por exemplo, duas funções de inclusão para dois usuários podem ser um pouco diferentes dependendo da experiência, perspectiva, cultura, etc. Nos últimos anos as funções de inclusão têm sido desenhadas usando procedimentos de otimização [98] ou podem ser determinadas em base de dados estatísticos ou através da ajuda de redes neurais [95].

Segundo [99], uma função de inclusão pode ser construída de três formas: (1) entrevista com especialistas do tema e logo ajusta-las sobre uma estratégia de aproximação. Esta abordagem foi usada antes dos anos 80, e foi alvo de muitas críticas pelos opositores da tecnologia da lógica fuzzy; (2) construí-la automaticamente de dados; e (3) aprendizagem baseada em resultados do desempenho do sistema.

As duas últimas categorias foram técnicas desenvolvidas desde os anos 80, usando técnicas de estatística, de redes neurais e de algoritmos genéticos. Assim como também foram usadas estratégias de ajuste para aproximar as funções de pertinência [99].

A forma mais conveniente e concisa para definir uma função de inclusão é expressá-la como uma fórmula matemática [94]. Segundo [97], existem duas alternativas para representar funções de pertinência num computador:

1. Continua: Na forma continua a função de inclusão é uma função matemática, possivelmente um programa. Alguns dos exemplos mais conhecidos são as curvas de *bell* (π – *curve*), a triangular e a trapezoidal.
2. Discreta: Na forma discreta a função de inclusão e o universo de discurso são pontos discretos numa lista (vetor).

As funções de pertinência podem tomar qualquer forma arbitrária, no entanto, quando uma função de pertinência é definida sobre um universo de discurso contínuo pode dificultar a listagem de todos os pares definidos. Para remover esta dificuldade usam-se funções parametrizáveis, como salienta [99], ao recomendar fortemente o uso de funções parametrizáveis que possam ser definidas por um número pequeno de parâmetros.

As funções de pertinência parametrizáveis não somente reduzem o tempo do desenho do sistema, também facilitam o ajuste da automação do sistema porque as mudanças desejadas para as funções de pertinência podem estar diretamente relacionadas com mudanças correspondentes nos parâmetros relacionados [99].

Existem vários tipos de funções de pertinência parametrizáveis de uma ou duas dimensões, mas as mais comumente usadas na prática são as triangulares, trapezoidais, gaussiana e a *sigmoidal*, como mostra a figura 6. Os gráficos de cada uma das funções foram gerados no Matlab[®] usando as definições das mesmas.

A função de pertinência triangular é definida matematicamente por três parâmetros $\{a, b, c\}$ como segue:

$$triangle(x: a, b, c) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x < b \\ \frac{c - x}{c - b}, & b \leq x < c \\ 0, & x > c \end{cases}$$

O gráfico da função de pertinência triangular pode ser observado na figura 6 (a). A aparência da função triangular é determinada pela correta seleção dos parâmetros $\{a, b, c\}$, (com $a < b < c$), o que define a função de pertinência *triangle*($x:1,2.5,4$).

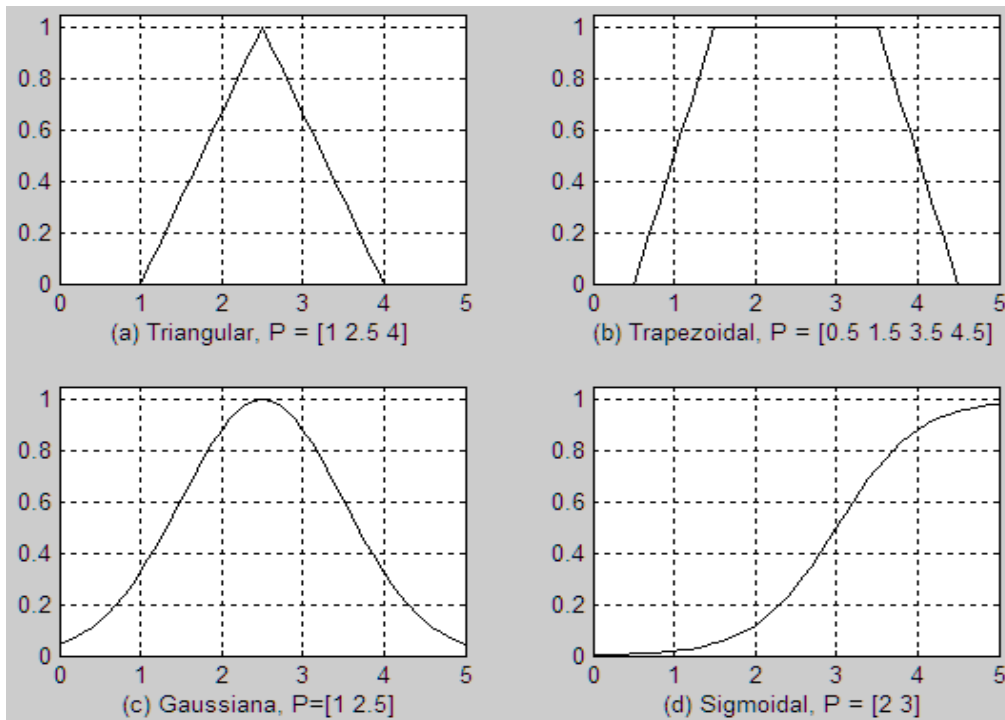


Figura 6: Tipos de função de pertinência

A função de pertinência *trapezoidal* é especificada por quatro parâmetros $\{a, b, c, d\}$ como segue:

$$trapezoid(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x < b \\ 1, & b \leq x < c \\ \frac{d - x}{d - c}, & c \leq x < d \\ 0, & x \geq d \end{cases}$$

A aparência da função trapezoidal é determinada pela seleção correta dos parâmetros $\{a, b, c, d\}$, (com $a < b \leq c < d$) como ilustrado na figura 6(b) que define a função de pertinência *trapezoid*($x:0.5,1.5,3.5,4.5$). Salientando que a função de pertinência trapezoidal com parâmetros $\{a, b, c, d\}$ pode ser reduzida para uma função de inclusão triangular quando b é igual a c.

Para [94], devido às fórmulas simples e eficiência computacional, as funções de pertinência triangular e trapezoidal têm sido usadas extensamente, especialmente em implementações de tempo real. No entanto, as funções de pertinência parametrizáveis são compostas por segmentos de linha reta que não podem ser suavizados nas esquinas

dificultando seu uso em algumas aplicações. Uma alternativa é usar funções de inclusão contínuas e deriváveis.

A função de pertinência gaussiana é especificada por dois parâmetros $\{m, \sigma\}$ como segue:

$$gaussian(x:m,\sigma) = exp\left(\frac{(x-m)^2}{\sigma^2}\right)$$

A aparência da função gaussiana é determinada pela especificação correta de dois parâmetros $\{m, \sigma\}$, como ilustrado na figura 6(c) que define a função de pertinência *gaussian*($x:1,2.5$). A função de inclusão *sigmoidal* é especificada por dois parâmetros $\{a, c\}$ como segue:

$$sigm(x:a,c) = \frac{1}{1 - e^{-a(x-c)}}$$

A aparência da função *sigmoidal* é determinada pela seleção correta dos parâmetros a e c , como ilustrado na figura 6(d) que define a função de pertinência *sigm*($x:2,3$). A função de inclusão *sigmoidal* é a mais adequada para visualizar a transição do grau de pertinência $\mu(x)$ de 0 para 1 de uma forma suave a medida que o parâmetro c aumenta.

Outra função de inclusão não menos importante é também usada com frequência, as curvas de *bell* que é determinada por três parâmetros $\{a, b, c\}$ como segue:

$$bell(x:a,b,c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}}$$

A aparência da função de pertinência é determinada pela seleção correta dos parâmetros a, b , e c , definida por *bell*($x:a,b,c$), onde o parâmetro b é usualmente positivo, os gráficos desta função foram gerados usando *gbellmf*($x,[a,b,c]$) do Matlab® como mostrado na figura 7. Além das funções de pertinência apresentadas, outros tipos de funções parametrizáveis podem ser usados, tais como S, Z e π .

Funções de pertinência podem ser criadas para aplicações específicas se for necessário. Já para casos específicos, se pode usar uma função de distribuição probabilística contínua como função de pertinência [97].

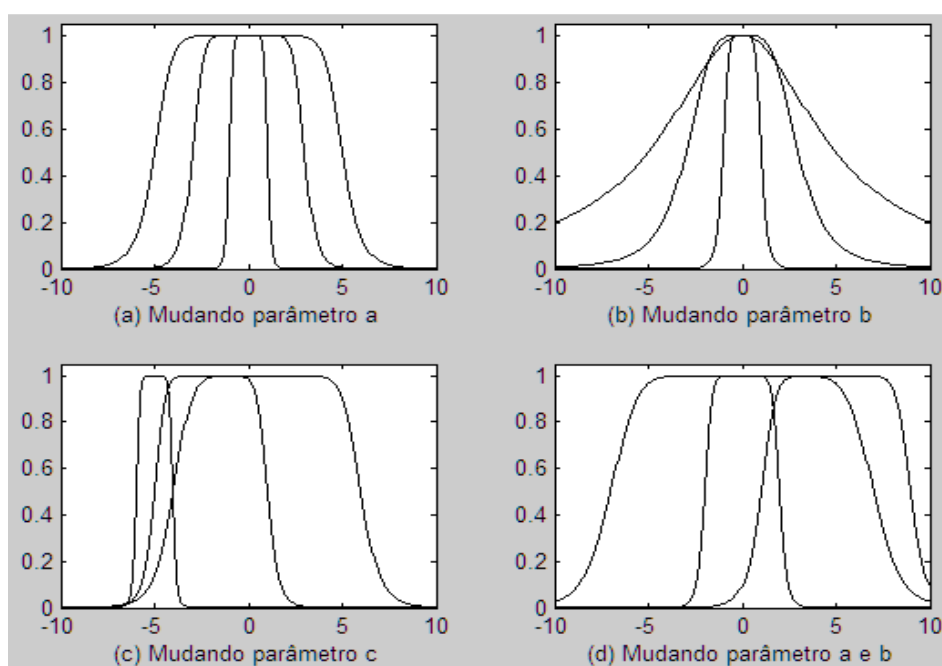


Figura 7: Mudanças de parâmetros na função $bell(x:a,b,c)$

2.4.2 Conjuntos nebulosos

Na teoria dos conjuntos tradicionais a transição entre um elemento pertencer a um conjunto ou não ocorre abruptamente, isto é, um elemento pertence a um conjunto ou não. A formalização matemática de um conjunto nebuloso baseou-se no fato de que qualquer conjunto clássico pode ser especificado por uma função característica. A definição de um conjunto nitidamente definido (conjunto clássico) é como a seguir.

Seja U um universo de discurso e A um subconjunto de U . A função característica de A é dada por

$$X_A(x) = \begin{cases} \mathbf{1}, & \text{se } x \in A \\ \mathbf{0}, & \text{se } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

Assim, X_A é uma função cujo domínio é U e a imagem está contida no conjunto $\{0, 1\}$ [95]. Então, $X_A(x) = 1$ indica que o elemento x pertence ao conjunto A , enquanto $X_A(x) = 0$ indica que o elemento x não pertence ao conjunto A .

Formalmente, um conjunto *fuzzy* F é definido sobre um universo de discurso U e é caracterizado por uma função de inclusão $\mu_F(x)$ cujos valores pertencem ao intervalo $[0,1]$ [98] e em termos de uma função é dada como

$$\mu_F(x): U \rightarrow [0, 1] \quad (2)$$

onde, a *função de pertinência* $\mu_F(x)$ quantifica o grau de pertinência do elemento x no universo de discurso U .

A pertinência gradativa é chamada de grau de pertinência e é um número real entre $[0,1]$. Em casos extremos, se o grau é 0 (totalmente falso), o elemento não pertence ao conjunto, e se o grau é 1 o elemento pertence 100% ao conjunto (totalmente verdadeiro) [100]. O intervalo $[0,1]$ pode conter um número infinito de graus de inclusão [95] que caracterizam aos valores nebulosos.

O grau de pertinência de um conjunto nebuloso pode ser interpretado em duas formas:

1. Pertinência com grau: um elemento pode pertencer a um conjunto com certo grau de inclusão. Isto significa que um elemento pode pertencer apenas parcialmente a um conjunto;
2. Pertinência em vários conjuntos: um elemento pode pertencer parcialmente a vários conjuntos. A maior ou menor pertinência a um conjunto vai depender do grau de inclusão em cada um deles, isto é, permitirá concluir a qual conjunto o elemento está mais fortemente ligado.

A definição (2) de um conjunto nebuloso também pode ser interpretada como uma aplicação de cada elemento do universo de discurso U para o intervalo $[0, 1]$.

2.4.2.1 Definição e representação

Existem duas formas para denotar conjuntos nebulosos. Se U é um universo de discurso e x é um elemento particular de U , então o conjunto nebuloso F definido sobre U pode ser escrito como uma coleção de pares ordenados [95]

$$F = \{(x, \mu_F(x))\}, x \in U \quad (3)$$

onde, o elemento x pertence ao universo de discurso e $\mu_F(x)$ é o grau de inclusão em F .

O par $(x, \mu_F(x))$ da equação (3) é chamado de *singleton* (singular) e tem a x como primeira componente, e a $\mu_F(x)$ como a segunda componente que representa o grau de inclusão de x no conjunto F , como mostrado na Figura 8(b). O conjunto

completo pode ser visualizado como a união de seus *singletons* componentes [98]. Nos conjuntos nitidamente definidos um *singleton* é simplesmente um elemento x , já nos conjuntos nebulosos um *singleton* é duas coisas: x e $\mu_F(x)$ [96].

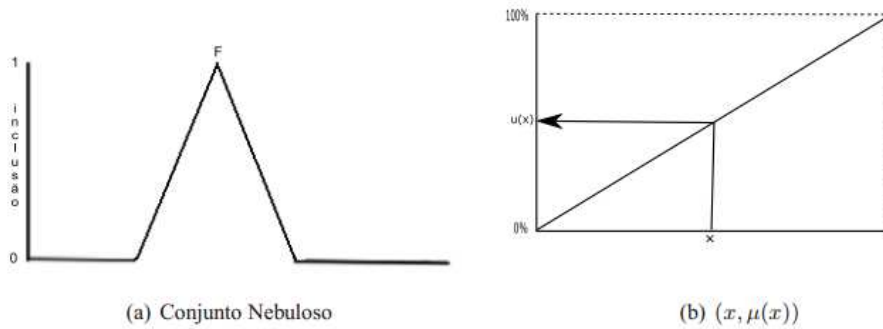


Figura 8: Representação de um conjunto *fuzzy*

2.4.2.2 Propriedades

As propriedades dos conjuntos nebulosos envolvem funções de pertinência. Considere os conjuntos A, B e C, definidos sobre um universo de discurso comum U , como mostrado no Quadro 4.

Operação	Nome
$\overline{\overline{A}} = A$	Dupla negação
$A \cup A = A, A \cap A = A$	Idempotência
$A \cup B = B \cup A, A \cap B = B \cap A$	Comutatividade
$(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C),$ $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$	Associatividade
$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C),$ $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$	Distributiva
$A \cap (A \cup B) = A, A \cup (A \cap B) = A,$	Absorção
$\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}, \overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B},$	De Morgan

Quadro 4: Propriedades dos conjuntos *fuzzy*

2.4.2.3 Domínio

O universo total de valores admissíveis é chamado de domínio do conjunto nebuloso. O domínio é um conjunto de números reais, incrementando monotonicamente da esquerda para a direita, onde os valores podem ser positivos e negativos. O domínio é escolhido para representar o intervalo de valores para o conjunto *fuzzy*.

2.4.2.4 Universo de discurso

O universo de discurso é um conceito familiar em lógica, linguística, matemática e na lógica *fuzzy*. Usualmente o universo de discurso U pode ser formado por elementos discretos ordenados ou não ordenados ou por um espaço contínuo.

Para um universo de discurso discreto, a nebulosidade é caracterizada pela união de todos os *singletons*, isto é,

$$F = \sum_{x_i \in U} \mu_F(x_i)/x_i \quad (4)$$

O símbolo \sum do somatório da equação (4) indica a união de todos os *singletons* como mostrado no exemplo a seguir. Seja $U = \{\text{POA, RJ, SP, Bahia}\}$ um conjunto de cidades brasileiras que podem ser escolhidas para morar.

O conjunto *fuzzy* $F = \text{“cidade desejável para morar”}$ pode ser descrito como segue:

$$F = \{(\text{POA}, 0.9), (\text{RJ}, 0.3), (\text{SP}, 0.6), (\text{Bahia}, 0.8)\}$$

e usando a equação (4) para universos discretos, o conjunto F pode ser representado como

$$F = \mu_F(0.9)/\text{POA} + \mu_F(0.3)/\text{RJ} + \mu_F(0.6)/\text{SP} + \mu_F(0.8)/\text{Bahia}$$

Para um universo de discurso contínuo, a equação (4) pode ser escrita como

$$F = \int_U \mu_F(x)/x \quad (5)$$

Onde o símbolo \int da integral na equação (5) indica a união de todos os *singletons* $\mu_F(x)/x$.

2.4.2.5 Operações com conjuntos nebulosos

As operações com conjuntos nebulosos são definidas em termos das funções de inclusão. Na lógica *fuzzy*, as operações básicas de união, intersecção e complemento são definidas em termos das funções de inclusão.

Zadeh [15], em 1965, apresentou uma proposta de funções para definir as operações básicas dos conjuntos nebulosos a qual será seguida aqui. Sejam A e B conjuntos nebulosos definidos sobre um universo de discurso U , com funções de inclusão correspondentes $\mu_A(x)$ e $\mu_B(x)$.

A função de inclusão da união *fuzzy* dos conjuntos A e B é definida por

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$$

A função de inclusão da intersecção *fuzzy* dos conjuntos A e B é definida por

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$$

A função de inclusão do complemento *fuzzy* do conjunto A é definida por

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

As definições da união, intersecção e complemento dos conjuntos nebulosos foram motivadas pelas operações correspondentes nos conjuntos clássicos [98]. Estas definições são equivalentes às operações clássicas quando o conjunto $[0,1]$ é reduzido para $\{0,1\}$.

As operações básicas dos conjuntos nebulosos apresentam quase as mesmas propriedades que os conjuntos clássicos. No entanto, existem duas propriedades (Lei da Não Contradição e Lei da Exclusão do Meio) dos conjuntos clássicos que não se aplicam aos conjuntos nebulosos.

Formalmente a Lei de Não Contradição pode ser escrita como

$$A \cap \bar{A} = \emptyset$$

e a Lei da Exclusão do Meio como

$$A \cup \bar{A} = U$$

A lei de Não Contradição estabelece que não é possível um elemento pertencer ao mesmo tempo a um conjunto e a seu complemento nos conjuntos clássicos.

Os conjuntos nebulosos podem ser caracterizados somente pelas funções de pertinência correspondente a cada conjunto, entanto que, os conjuntos clássicos podem ser caracterizados pelas funções características ou pela descrição dos elementos ou pela listagem dos seus elementos [95].

2.4.3 Sistemas nebulosos

Um sistema nebuloso pode ser caracterizado como uma aplicação que converte entradas nitidamente definidas em saídas nitidamente definidas [98] ou como uma aplicação de um espaço de entrada de alternativas para um espaço de saídas [96]. Formalmente, a aplicação pode ser quantitativamente expressada como $y = f(x)$, onde x é a entrada nitidamente definida e y a saída nitidamente definida, como mostrado na figura 9.

Um sistema nebuloso oferece uma alternativa e com frequência é uma linguagem complementaria para realizar abordagens convencionais na modelagem de sistemas [95]. Os sistemas nebulosos são amplamente usados na modelagem de controladores nebulosos e em aplicações de processamento de sinais.

Um controlador nebuloso é um sistema nebuloso a base de regras, composto de um conjunto de regras de produção do tipo Se *<premissa>* Então *<conclusão>*, que definem ações de controle em função das diversas faixas de valores que as variáveis de estado do problema podem assumir. Estas faixas de valores são modeladas por conjuntos nebulosos denominados de termos linguísticos.

Para descrever com exatidão um fenômeno do mundo real, como por exemplo, a faixa de renda de uma família, precisa-se juntar vários conjuntos nebulosos. Para a renda de uma família teríamos que definir os conjuntos de baixa, média e alta renda. É importante notar que as definições dos conjuntos podem sobrepor-se, permitindo que uma família seja classificada como pertencentes a dois conjuntos, com graus de inclusão diferentes ou mesmo iguais.

O processo de descrição inclui escolher as formas das funções de inclusão. Outro ponto importante é a definição do universo de discurso da variável. Uma vez que cada conjunto e sua forma sejam definidos completamente através das quádruplas:

$$\{X, R, U, M\}$$

onde: **X** é o nome simbólico da variável (por exemplo, velocidade de leitura); **R** é o conjunto de rótulos ou nomes da variável (conjunto de nomes da variável velocidade de leitura (lento, rápido, muito rápido)); **U** é o universo de discurso sobre o qual a variável esta definida (por exemplo, de 0 a 100 palavras por minuto); e, **M** são as regras semânticas que indicam o significado de cada um dos rótulos em **R**.

No entanto, para modelar um sistema nebuloso, não existe um consenso sobre o número dos componentes de um sistema nebuloso, algumas propostas podem ser encontradas em JANG e MENDEL [94], [98]. Um sistema nebuloso geralmente é composto por um fuzzyficador, um mecanismo de inferência, e um defuzzyficador, como mostra a figura 9.

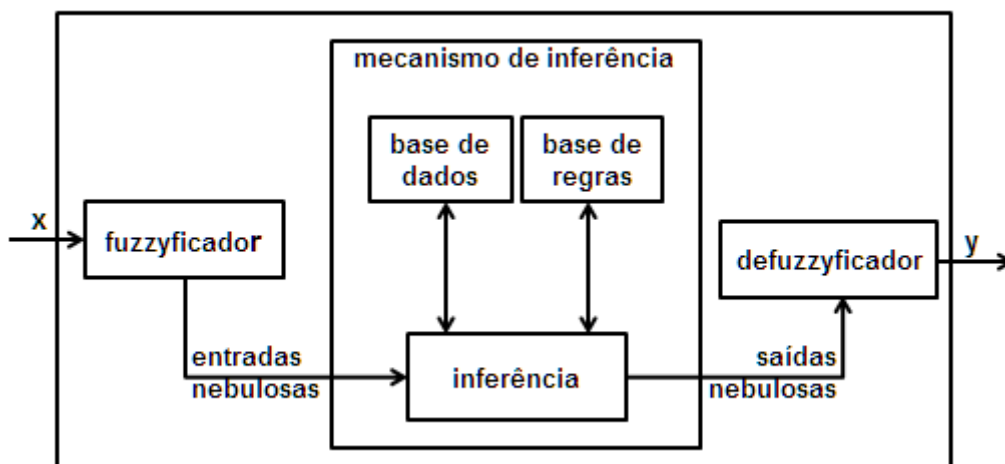


Figura 9: Componentes de um sistema *fuzzy*

Na figura 9, apresenta-se uma visão geral de um sistema nebuloso, onde o processo de inferência passa por diferentes etapas, detalhadas a seguir:

2.4.3.1 Fuzzyficador

No fuzzyficador é feita a operação de fuzzyficação que permite transformar as variáveis de entrada x em entradas nebulosas ou simplesmente para incrementar a nebulosidade de um conjunto nebuloso [95], isto é, transforma as entradas x em um conjunto nebuloso.

As operações de fuzzyficação são usadas para combinar os valores de entrada em tempo real com a informação das funções de pertinência armazenadas para produzir valores nebulosos de entrada. Isto é, para cada valor de entrada é aplicada uma função de pertinência, a qual retornará o grau de pertinência da entrada. Esse valor deve estar necessariamente limitado entre 0 a 1. O grau de pertinência 0 significa que o valor não pertence ao conjunto, enquanto o grau de inclusão 1 indica que o valor é uma representação completa do conjunto.

A fuzzyficação é uma operação necessária para ativar as regras, as quais estão em termos das variáveis linguísticas, que por sua vez têm associado com elas os conjuntos *fuzzy* [98].

2.4.3.2 Mecanismo de inferência

O mecanismo de inferência é composto por três módulos denominados de base de dados, base de regras e procedimentos de inferência. O módulo composto por a base de dados e base de regras é geralmente conhecido como base de conhecimento e tem como propósito caracterizar a estratégia de controle e as metas. Na base de dados ficam armazenadas as definições dos conjuntos *fuzzy* que descrevem os predicados de cada variável de entrada e saída com suas respectivas funções de pertinência as quais podem ser discretas ou contínuas. Já, a base de regras é formada por um conjunto de regras *fuzzy* que definem a estratégia de controle do sistema.

2.4.3.3 Regras fuzzy

Uma regra *fuzzy* é uma expressão da forma

$$\textit{if } x \textit{ is } A \textit{ then } y \textit{ is } B$$

onde A e B são valores linguísticos definidos pelos conjuntos nebulosos no universo de discurso X e Y . Com frequência “ x is A ” é chamado antecedente ou premissa, e “ y is B ” é chamado de conseqüente ou conclusão [94].

As regras *fuzzy* são armazenadas numa base de regras e podem ser fornecidas por especialistas ou ser extraídas de dados numéricos. Em ambos os casos, as regras podem ser escritas e armazenadas como uma coleção de expressões da forma “*if-then*”.

A proposta das regras e a disposição de cada uma delas na base dependem de um entendimento claro de [98]:

1. a variável linguística versus o valor numérico da variável;
2. a quantificação das variáveis linguísticas usando funções de inclusão *fuzzy*;
3. as conexões lógicas para variáveis linguísticas;
4. a implicação do tipo “*if x is A then y is B*”, onde A e B são conjuntos *fuzzy*.

Além disso, é necessário entender como combinar mais de uma regra. Para LI [101], no caso de múltiplas entradas, os antecedentes de uma regra *fuzzy* são usualmente conectados com o conectivo lógico “AND” e a base de regras deve possuir cada possível combinação de todos os termos linguísticos definidos em cada variável de entrada.

No entanto, a combinação de todas as regras pode levar a uma explosão combinatória de regras, o que é prejudicial e tem problemas severos na modelagem de sistemas nebulosos, por exemplo, no design de jogos, complica o processo do design e consome recursos valiosos do CPU [101]. Este problema pode ser contornado usando o método de *Union Rule Configuration* (URC) de Combs [102].

2.4.3.4 Inferência

A inferência refere-se aos procedimentos computacionais usados para avaliar descrições linguísticas *fuzzy* [95] e relaciona os fatos nebulosos das entradas com os padrões dos antecedentes das regras *fuzzy*. No âmbito da inferência, os valores de verdade de cada antecedente em cada uma das regras são calculados e aplicados na conclusão de cada uma das regras correspondentes. O resultado é um subconjunto *fuzzy* que deverá ser atribuído a cada variável de saída e para cada regra.

Os tipos de inferência mais utilizados estão baseados nos modelos clássicos do mínimo (MIN) proposto por Mandani e do produto (PRODUCT) proposto por Larsen [99].

Para o modelo do MIN, a inferência é dada por: $I = \min(a, b)$. Já, para o modelo do PRODUCT, a inferência é dada por: $I = a * b$. Existem dois importantes procedimentos de inferência: *Modus Ponens* Generalizado (GMP) e *Modus Tollens* Generalizado (GMT) [99].

2.4.3.5 Defuzzyficador

No defuzzyficador é realizada a operação de defuzzyficação que é o processo inverso da fuzzyficação (este processo faz o mapeamento do conjunto fuzzy para um valor numérico), em outras palavras: O processo de inferência significa produzir, através de algum método de correlação, as regiões *fuzzy* de solução para cada uma das variáveis de saída; Cada uma das regiões *fuzzy* devem ser defuzzyficadas para fornecer o valor numérico (a solução) da variável; Isto significa encontrar o melhor ponto da superfície para representá-la; Este processo implica em perda de informação, já que estaremos tentando representar uma região através de um número.

Existem diversas técnicas de defuzzyficação. As mais comuns são:

1. Média dos Máximos (MoM). Este método de defuzzyficação calcula a média dos valores de saída que têm o valor mais alto, em outras palavras, é calculado o valor médio dentre todos os pontos máximos, quando existe mais de um máximo.

$$MoM = \sum_{i=1}^N v_i$$

Na fórmula matemática do MoM, v_i é o valor máximo da abscissa de cada regra disparada, e N é o número total desses elementos. Em casos onde a função de pertinência tenha mais de um máximo essa ideia não poderia ser utilizada.

2. Centro de Gravidade. O método mais usado para defuzzyficação. Neste método o ponto escolhido para representar a região é seu centro de gravidade.

$$ValorCrisp = \frac{\sum_{i=0}^N x_i \mu_A(x_i)}{\sum_{i=0}^N \mu_A(x_i)}$$

Este método é o mais usado por diversas razões, entre elas: (a) os valores defuzzyficados tendem a se mover mais suavemente entre dois cálculos consecutivos; (b) o cálculo do centro de gravidade é relativamente simples; (c) Pode ser aplicado a projetos que usam representações discretas de funções.

2.4.3.6 Vantagens e desvantagens dos sistemas nebulosos

Entre as vantagens dos sistemas nebulosos podem ser mencionadas as seguintes:

1. São capazes de processar eficientemente informações imprecisas e qualitativas de forma geral auxiliando aos especialistas na tomada de decisões, também poder ser utilizadas na aproximação de funções não-lineares e no controle de processos [103].
2. São frequentemente robustos, no sentido de que não são muito sensíveis às mudanças de regras erradas ou falta das mesmas. O sistema pode ser construído usando poucos dados e como consequência usar poucas regras e computacionalmente usa pouca memória, e também, fáceis de construir, entender, manter e testar do que os métodos tradicionais [104].
3. O processo de raciocínio é muitas vezes simples, em comparação com sistemas computacionalmente precisos, de modo que o poder computacional gasto é pequeno. Característica de muito proveito quando se trabalha com sistemas de tempo real [104].

4. Geralmente podem ser construídos em menos tempo do que os métodos convencionais [104].

E entre as desvantagens dos sistemas *fuzzy* podem ser mencionadas nas áreas que possuem formulações e soluções matemáticas precisas, usar um sistema *fuzzy* pode ser sensível às restrições do poder computacional (isto é, tempo e memória), e muito severa para uma implementação matemática completa [104].

Com o intuito de modelar um sistema *fuzzy* que ajude na tomada de decisões do especialista na hora de fazer o diagnóstico de um estudante com transtornos específicos de leitura, podem ser usadas as características de robustez do sistema, de trabalhar com falta de regras e simples de elaborar.

A proposta, além de auxiliar os especialistas na elaboração de diagnósticos e ajudar a entender a estrutura do raciocínio do especialista e sua representação computacional, pode ser uma ferramenta útil e simples quando comparado ao SPSS[®] tradicionalmente usado nas áreas das ciências médicas.

2.5 Método de comparação - Escore Z

Várias escalas são usadas em estudos de ciências humanas e aplicações [105] com a finalidade de determinar a referência ou posição de indivíduos ao respeito de uma amostra, entre estas escalas se encontra o escore z.

Um escore z ou também conhecido como valor padronizado é o número de desvios padrão a que se situa um determinado valor x , acima ou abaixo da média aritmética da amostra em estudo [106]. O gráfico do escore z é mostrado na figura 10 e formalmente é definido como a seguir.

$$z = \frac{x - \bar{x}}{DP}$$

Onde: x é um elemento da amostra; \bar{x} é média aritmética da amostra; DP é o desvio padrão da amostra.

O escore z é usado neste trabalho para indicar quanto um paciente se afasta da média aritmética da velocidade de leitura em termos do desvio padrão correspondente a

uma amostra de leitores e como método de comparação como o valor resultante do modelo *fuzzy* para os graus de severidade.

O valor do escore z será denominado de grau de severidade, para propósitos específicos deste trabalho.

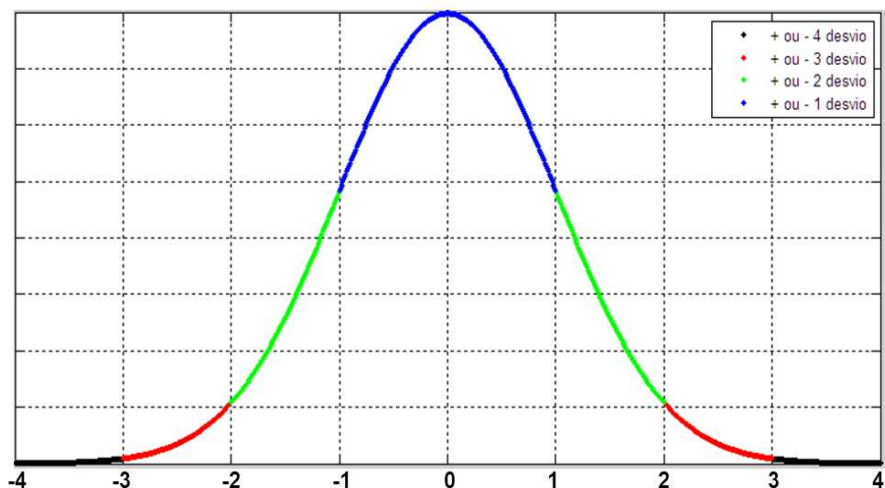


Figura 10: Escore Z para os graus de severidade

Os valores do escore z oscilam entre $-3 < Z < +3$. Quando o escore z é positivo (1 ou 2 ou 3) indica que o desempenho do paciente na leitura está acima da média e quando o mesmo é negativo (-1 ou -2 ou -3) significa que o desempenho da leitura do paciente está abaixo da média.

O valor resultante do escore z está em correspondência com os intervalos dos graus de severidade do DSM-5 mostrados na tabela 1.

2.6 Trabalhos relacionados

Os trabalhos correlatos sobre o modelo RtI e aplicações são apresentados através de uma pesquisa referente ao uso do modelo na Web, nas dificuldades de leitura, formando parte de ferramentas computacionais, e finalmente pesquisas do modelo no Brasil.

2.6.1 RtI na Web

Diversas organizações trabalham em pesquisa e aplicações do modelo RtI e disponibilizam informações, relatórios, artigos, ferramentas de uso escolar como enquetes, listas de controle e diversos documentos para ser usados nas salas de aula, assim como diversas ferramentas computacionais. A continuação são apresentas algumas delas, no entanto, existem outras organizações que também trabalham com este modelo, mas não é a atividade principal.

1. *RTI Action Network* (<http://www.rtinetwork.org/>) é um programa do centro nacional de deficiências de aprendizagem (NCLD) e fornece informações sobre a pesquisa da execução efetiva do modelo RtI nas diferentes escolas nos Estados Unidos. O objetivo do site é orientar educadores e famílias na execução do RtI para que cada criança tenha acesso a uma instrução de qualidade e que os estudantes que lutam - inclusive aqueles com problemas de aprendizagem e atenção - sejam identificados cedo e recebam o apoio necessário para serem bem sucedidos no dia-a-dia [107].
2. *Center on Response to Intervention* (<http://www.rti4success.org/>) é um programa do instituto americano de pesquisa (AIR) e continua com o trabalho do Centro Nacional de Resposta à Intervenção (NCRTI) e fornece apoio aos estados e escolas que executam o modelo RtI. Na seção de recursos, o site faz um resumo das diversas ferramentas gráficas (*software*) utilizadas pelas diversas instituições em intervenções acadêmicas, para monitorar o progresso da intervenção e para rastreamento das crianças (<http://www.rti4success.org/resources>) [108].
3. A *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) é a associação nacional de profissionais e científicos de fonoaudiologia, cientistas da fala, da linguagem e da audição, tem vários artigos de interesse dos associados e suas especialidades RtI (<http://www.asha.org/default.aspx>) [109].
4. *National Center for Learning Disabilities* (NCLD) é um centro de pesquisa com programas de apoio para pais, para jovens, para profissionais e para educadores com uma fonte de ferramentas e dicas para desenvolver habilidades de alfabetização nas crianças assim como de recursos para orientar educadores na efetiva execução do modelo RtI (<http://www.nclld.org/>) [110].

5. *Wisconsin RtI center* (<http://www.wisconsinrticenter.org/>) é o resultado da colaboração entre a rede estatal CESA (*Cooperative Educational Service Agency*) e o Departamento de Educação Pública de *Wisconsin*. Este centro oferece desenvolvimento profissional e assistência técnica para ajudar a operacionalizar a implementação de sistemas multicamadas responsivos no estado, além disso, oferece treinamentos sobre os componentes e sua implementação [111].
6. *Oklahoma Tiered Intervention System of Support (OTISS)* é um modelo de intervenção de *Oklahoma* para identificar e abordar as dificuldades acadêmicas e comportamentais que interferem no sucesso de estudantes dos primeiros anos (<http://sde.ok.gov/sde/oklahoma-tiered-intervention-system-support-otiss>) [112].
7. *Building Capacity RtI* (<http://buildingrti.utexas.org/>) é a implementação de um projeto para as escolas de Texas como parte do *Meadows Center for Preventing Educational Risk* dentro da Faculdade de Educação da Universidade do Texas em Austin. O site disponibiliza recursos para melhorar a implementação do modelo RtI, assim como, informações, recursos e ferramentas para melhorar a tomada de decisões educacionais em áreas de leitura, matemática e comportamento com finalidade de promover o sucesso dos estudantes com dificuldades [113].
8. *Learning Difficulties Australia (LDA)* (<https://www.ldaustralia.org/response-to-intervention.html>) é uma associação de professores e outros profissionais dedicados a auxiliar estudantes com dificuldades de aprendizagem por meio de práticas de ensino baseadas em pesquisa científica na sala de aula e por meio de instrução individualizada [114].

2.6.2 RtI e dificuldades de leitura

O uso do modelo RtI se intensificou a partir dos esforços por melhorar as atividades de rastreio de estudantes para os serviços especializados através da documentação dos processos de forma sistemática com a finalidade de verificar o desempenho dos estudantes com dificuldades de leitura e com evidências de necessidade de serviços adicionais, orientando aos professores a realizar mudanças nas instruções na sala de aula.

Na literatura podem ser entradas inúmeras aplicações do modelo RtI nas diversas escolas norte-americanas de vários estados e outros países da Europa. A seguir é apresentado estudos orientados às dificuldades de leitura usando o modelo RtI.

Segundo a caracterização de JOHNSON et al [74], o modelo RtI é um processo de avaliação e identificação de estudantes com dificuldades de aprendizagem. Entre estas dificuldades podemos encontrar a leitura, a escrita e a matemática.

Os estudos de JOHNSON et al [74] e GREENWOOD et al [83] concordam em que o rastreio é usado para identificar os grupos de estudantes de uma sala de aula que necessitam de um monitoramento próximo a seu currículo geral ou realizar uma intervenção intensiva em função do desempenho para comparar se esta abaixo do padrão adotado para a sala de aula.

Nesta tendência, JOHNSON et al [115] realiza um estudo sobre o rastreio usando o modelo RtI para identificar estudantes que sem auxílio adicional estão susceptíveis de desenvolver problemas de leitura num momento posterior.

Para os mesmos autores, as medidas de rastreio são geralmente caracterizadas pela administração de avaliações breves que permitem fazer predições robustas sobre a condição que esta sendo identificada tendo como resultado típico a classificação em grupos, aqueles que estão em risco (leitura abaixo do esperado) e aqueles que não estão em risco.

No estudo de GERSTEN e DIMINO [116] apontam que a função do modelo de RtI não é apenas proporcionar uma intervenção precoce para os estudantes que estão em risco de falha escolar, mas também desenvolver um procedimento com maior aprimoramento para validar e identificar os estudantes com deficiências de leitura. Estas deficiências devem ser identificadas e prevenidas aponta o estudo de AL OTAIBA, WAGNER e MILLER [117].

Alguns autores apontam a necessidade da aplicação do modelo RtI em ambientes com crianças no início da alfabetização, dando especial atenção aos desafios exclusivos dos estudantes com alto risco, com ênfase nos pontos fortes e fracos [87]. O potencial do modelo nestes ambientes em fornecer experiências sócio emocionais e de alfabetização precoce para aquelas crianças sem experiência e habilidades fundamentais evitando a necessidade dos serviços especiais para linguagem, alfabetização e transtornos comportamentais [83].

Nessa tendência DORN, LAYTON e BRUCE [118] apontam que as três camadas do modelo RtI além de identificar e instruir os estudantes com dificuldades de leitura, ajudam a identificar as melhores práticas para serviços especializados.

A diferença de DORN, LAYTON e BRUCE, o estudo de VAUGHN et al [119] esta centrado em usar a camada RTI-2 para estudantes em risco de dificuldades de leitura e outras deficiências baseado na guia publicada pelo instituto de Ciências da Educação [120]. Esta guia fornece sugestões de como executar cada recomendação, além de explicar como os educadores podem superar obstáculos potenciais para implementar as recomendações.

Outro estudo de VAUGHN et al [121] aponta a necessidade de aplicar o modelo RtI para estudantes mais velhos que têm dificuldades específicas de leitura com a finalidade de elevar os níveis de desempenho de todos os estudantes.

Os autores VAUGHN, DENTON e FLETCHER [119], apontam que alunos com dificuldades de leitura evoluem quando é proporcionada: mais instruções; instruções mais intensivas e eficientes; e, oportunidades adicionais para praticar com e sem o professor.

Estes mesmos autores indicam, que vários fatores influenciam a aceleração do crescimento do estudante em vários níveis de intensidade, incluindo os níveis de escolaridade, natureza e a gravidade dos déficits. Também apresentam um exemplo, comparando a aprendizagem entre as crianças que apreendem mais rapidamente os nomes das letras, as correspondências entre letras e sons no início da alfabetização e os estudantes de series intermédias que têm leitura de palavras, vocabulário e dificuldades de compreensão.

Já, o artigo de BERKELEY et al [79] analisa a implementação prática do modelo RtI nos diversos estados norte-americanos. Esta pesquisa mostra que dos 50 estados analisados, somente 4 estados implementaram o modelo RtI para intervenções acadêmicas, os estados de *Louisiana, Utah, Ohio* e *West Virginia* implementaram somente intervenções para leitura. Estes mesmo estados implementaram além da acadêmica a intervenção comportamental a exceção do estado de *Louisiana*.

Em relação à implementação do modelo de RtI e dificuldades de leitura em outros países se têm poucas referências ao respeito. No entanto, MCINTHOSH et al [78] apresentam um estudo sobre o modelo RtI, descrevendo os desafios associados ao

modelo tradicional, definição dos princípios e a base de evidências do modelo, e fornece reflexões para uma implementação abrangente do modelo no Canadá.

Já, em Portugal um estudo sobre o modelo RtI e a expressão escrita realiza uma pesquisa sobre a aplicação do programa *Self-Regulated Strategy Development (SRSD)* adaptado para a língua e contexto educativo português com a finalidade de melhorar as competências da escrita dos estudantes do 8^o ano de escolaridade, de escolas de Coimbra. O Modelo RtI é usado para analisar os dados dos alunos que usam o programa SRSD com a finalidade de analisar as melhorias no desempenho ou não dos estudantes [122].

2.6.3 RtI e ferramentas computacionais

O modelo RtI tem sido implementado computacionalmente por várias organizações ou pesquisadores independentes e como resultado têm-se ferramentas que lidam com o gerenciamento total do ambiente educacional ou parcial com respeito ao rastreamento, monitoramento do progresso das intervenções tanto acadêmicas como comportamentais de estudantes com dificuldades de aprendizagem. A seguir algumas delas:

1. *AimsWeb* (<http://www.aimsweb.com/>) é uma solução completa baseada na web para rastreamento universal, monitoramento do progresso e gerenciamento dos dados dos estudantes, fornece orientação para administradores e professores com base na avaliação precisa, contínua e direta dos alunos. É uma solução de avaliação baseada no modelo RtI, proprietária paga [123].
2. *Intervention Central* (<http://www.interventioncentral.org/home>) é um repositório que fornece recursos computacionais variados de uso livre para professores com a finalidade de ajudar estudantes em dificuldades e implementar o modelo RtI e atingir os padrões estabelecidos para os estudantes [124].
3. *easyCBM* (<https://www.easycbm.com/>) é um sistema desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Oregon em colaboração com entidades escolares nos Estados Unidos. Sistema projetado para ajudar professores a identificar estudantes com necessidades de apoio instrucional adicional, bem como oferecer um meio para medir a eficácia do ensino. Os relatórios do sistema

fornecem informações que suportam a tomada de decisões baseadas em evidências através de interfaces simples simplificando o processo de acompanhamento do programa instrucional do aluno [125].

4. *National Center on Intensive Intervention* é um centro de pesquisa sobre ferramentas gráficas sobre monitoramento do progresso acadêmico e comportamental, (<http://www.intensiveintervention.org/resources/tools-charts>) [126].
5. PowerRTI (<https://www.poweriep.com/products/powerrti/>) é um software de coleta de dados baseado em processos projetado para simplificar e agilizar o processo RTI [127].
6. *Intervention tools chart* (<https://nysrti.org/intervention-tools/>) é um conjunto de ferramentas gráficas para intervenção projetadas para ser usadas por educadores como um recurso para localizar intervenções, praticas instrucionais e estratégias de aprendizagem que podem ser usadas dentro de um processo RtI [128].
7. *Center on Response to Intervention* (<http://www.rti4success.org/resources>) é um repositório de ferramentas gráficas avaliadas através de um processo padrão o rigor científico destas ferramentas ao ser usadas nas intervenções com contexto do modelo RTI. Este repositório tem ferramentas gráficas para intervenções acadêmicas, para monitoramento o progresso e rastreo [129].

2.6.4 RtI no Brasil

Na literatura nacional as pesquisas sobre o modelo RtI é recente. As pesquisas estão direcionadas a entender melhor o modelo e o funcionamento do mesmo. O modelo esta sendo aplicado para identificar estudantes com dificuldades e aprendizagem, leitura, escrita e matemática. As pesquisas estão relacionadas em ordem cronológica.

Aparentemente o trabalho de MACHADO e ALMEIDA [24] é o primeiro trabalho neste campo, pois não existem referências de trabalhos antes de 2012. Este artigo apresenta a verificação do desempenho de escolares do 4º e 5º ano do ensino público em tarefas de leitura usando uma adaptação do PROLEC (Provas de Avaliação dos Processos de Leitura) para o Brasil, em duas etapas antes, após. A avaliação foi feita

de forma individual com uma duração de 60 minutos. Segundo as autoras, é importante investir em programas que visem melhorar os processos de leitura.

As mesmas autoras, em 2014, apresentam uma pesquisa com a finalidade de verificar a eficácia do modelo RtI para escolares com dificuldades de leitura e escrita [23].

Em 2012, o artigo de SILVA, LUZ e MOUSINHO [14] comparou a velocidade de leitura oral e compreensão textual de 19 crianças e adolescentes, do 3^o ao 7^o ano escolar. A avaliação e reavaliação foi realizada em duas etapas, antes e depois das oficinas de fonoaudiologia e pedagogia nos períodos escolares de 2010-2 e 2011-1 usando o modelo RtI nas intervenções. Segundo o estudo, os estudantes apresentaram uma melhoria relevante na intervenção.

Em 2014, no artigo de ANDRADE et al [63] foi pesquisado o perfil cognitivo-linguístico de escolares com dificuldades na aprendizagem usando o modelo RtI através do qual foram acrescentados testes específicos com a finalidade de identificar os pontos positivos e negativos do escolares de risco e em consequência, possibilite o desenvolvimento de métodos de intervenção de maior exatidão às necessidades e potencialidades individuais.

Em 2015, na dissertação de mestrado de OKUDA [130] apresenta três pesquisas: a primeira pesquisa está voltada para elaborar um programa de intervenção motora (PIM) baseado no modelo RtI para escolares com risco para o transtorno do desenvolvimento da coordenação (TDC) no início da alfabetização; a segunda pesquisa está orientada a identificar escolares com TDC após a aplicação do PIM em escolares de risco para TDC. A terceira pesquisa está voltada para verificar a eficácia do PIM em escolares de risco e para uma identificação precoce de escolares com TDC.

Em 2016, a pesquisa de ALMEIDA et al [93] apresenta um estudo sobre a adaptação à realidade brasileira do modelo RtI. A leitura foi o objetivo de todas as atividades das estratégias pedagógicas e de intervenção.

No mesmo ano, FUKUDA [25] na sua dissertação de mestrado apresenta dois estudos: No primeiro foi elaborado o programa de RtI e tutoria ao professor (PRIPROF-T). Já no segundo se verificou a eficácia do PRIPROF-T. Estudos desenvolvidos no contexto escolar por meio de tutorias e orientações aos professores quanto ao desenvolvimento da leitura e escrita.

Em resumo, estudos sobre o modelo RtI e aplicações são recentes, como pode ser verificado através das pesquisas nacionais. As pesquisas apontam que o modelo RtI pode ser adequado à realidade brasileira, e como tal, uma alternativa para avaliar e intervir estudantes com transtornos de aprendizagem em leitura, escrita e matemática. No entanto, a utilização de alguma tecnologia computacional para monitoramento não forma parte dos estudos encontrados na literatura brasileira.

Capítulo 3

O sistema de monitoramento

Neste capítulo apresentamos arquitetura do Sistema de Monitoramento de Intervenção Computacional baseada na arquitetura do DysDTool [26], denominado de “DysDTool+L”, assim como os módulos que constituem esta proposta.

3.1 Arquitetura do sistema de monitoramento

O sistema de monitoramento foi concebido para auxiliar os especialistas no monitoramento de crianças com transtornos específicos de leitura de acordo com a escolaridade. Esta abordagem difere dos trabalhos relacionados ao incluir monitoramento computadorizados do desempenho dos estudantes ao longo do processo de intervenção.

A arquitetura proposta nesta tese foi concebida para agregar novas funcionalidades ao DysDTool inicialmente proposto com módulos de coleta de dados, diagnóstico e intervenção na camada web e os módulos de redes neurais e lógica *fuzzy* como parte da camada inteligente.

Com as novas funcionalidades pretende-se que o sistema auxilie os especialistas no monitoramento da intervenção de estudantes com transtornos específicos de leitura em correspondência com o ano escolar dos mesmos, identificar aqueles estudantes que estão em risco ou não estão progredindo ao mesmo ritmo que seus pares da sala de aula.

Esta nova proposta de arquitetura adiciona à camada inteligência os módulos de RtI, severidade (*fuzzy/score z*), gerenciamento, e estratégias de intervenção.

Com os novos módulos o DysDTool ganha funcionalidades ao respeito da intervenção, permite monitorar as intervenções em estudantes com transtornos específicos de leitura usando a abordagem RtI. Escolher a estratégia mais adequada para a intervenção usando o módulo de gerenciamento e finalmente o módulo de severidade

para calcular os graus de severidade correspondentes à escolaridade dos pacientes em intervenção.

O modelo de arquitetura adotado para a implementação do sistema de monitoramento de intervenção é o do tipo multicamadas. Esta composta por quatro camadas: camada web, camada de tratamento de dados, camada de inteligência e a camada de dados. Resumidamente, a função de cada camada é:

1. Camada Web é a interface gráfica do usuário através da qual tem acesso ao sistema.
2. Camada de tratamento de dados é responsável pela limpeza e transformação de dados.
3. Camada de inteligência gerencia as principais funcionalidades da arquitetura e as regras de processamento de dados. Esta composta por três módulos: RTI, severidade (lógica *fuzzy* e *escore z*), estratégias de intervenção e gerenciamento.
4. Camada de dados consiste de novas relações de leitura adicionadas ao modelo de dados proposto por Macário Costa [34].

A arquitetura do sistema de monitoramento de intervenção é mostrada na figura

11.

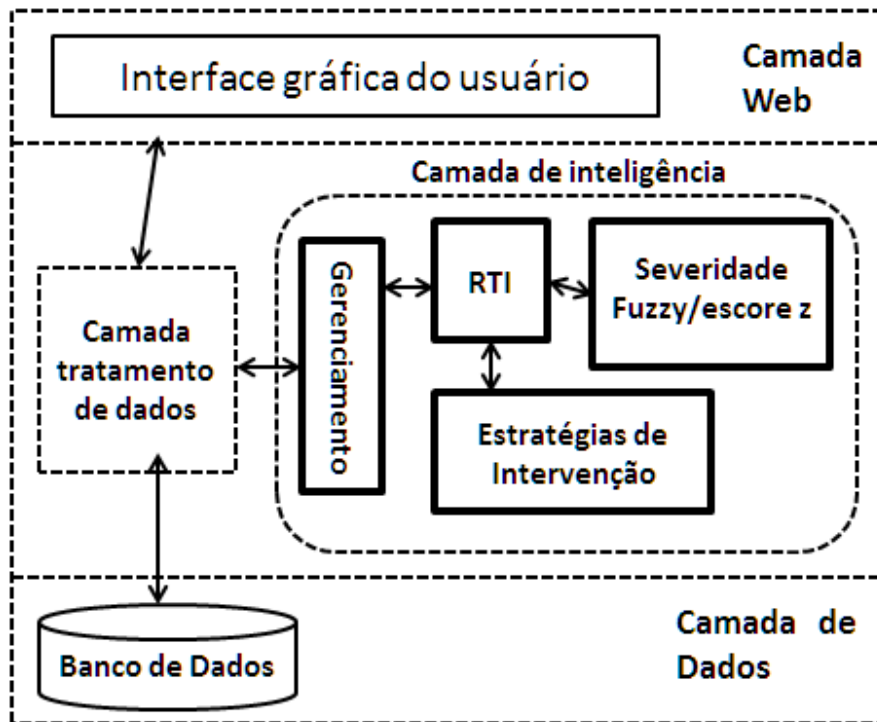


Figura 11: Arquitetura do sistema de monitoramento – DysDTool+L

3.1.1 Camada Web

É responsável pela apresentação gráfica dos dados produzidos pelo módulo de intervenção. Além disso, permite a interação entre os diversos tipos de usuários (especialista, paciente e administrador) do sistema. Para ter acesso ao sistema de monitoramento os usuários devem estar previamente cadastrados pelo administrador.

As funções do usuário podem ser de: (a) administrador: cadastrar os usuários e seus respectivos perfis; (b) especialista: cadastra as tarefas de intervenção dos pacientes na camada RtI correspondente; e (c) paciente: acessa e realiza as tarefas de intervenção cadastradas pelo especialista.

3.1.2 Camada de tratamento de dados

A função desta camada é fazer as transformações do tipo, formatações de dados, calcular valores, arredondamentos de valores, operações de estatística básica como média aritmética, desvios, desvio padrão, e score z gerados pelo módulo de leitura e pelo módulo de severidade.

3.1.3 Camada de Inteligência

A camada de inteligência é encarregada de administrar as principais funcionalidades da arquitetura e o processamento ordenado dos dados correspondentes às atividades dos diferentes módulos que compõem o sistema. Implementa as principais funcionalidades da arquitetura.

Ela é constituída por quatro componentes: RtI, severidade, estratégias de intervenção e gerenciamento. As descrições de cada componente são mostradas a seguir.

3.1.3.1 RtI

O modelo RtI foi implementado com três camadas denominadas de “RTI-1”, “RTI-2” e “RTI-3” e os fundamentos das mesmas encontram-se no capítulo 2 desta tese.

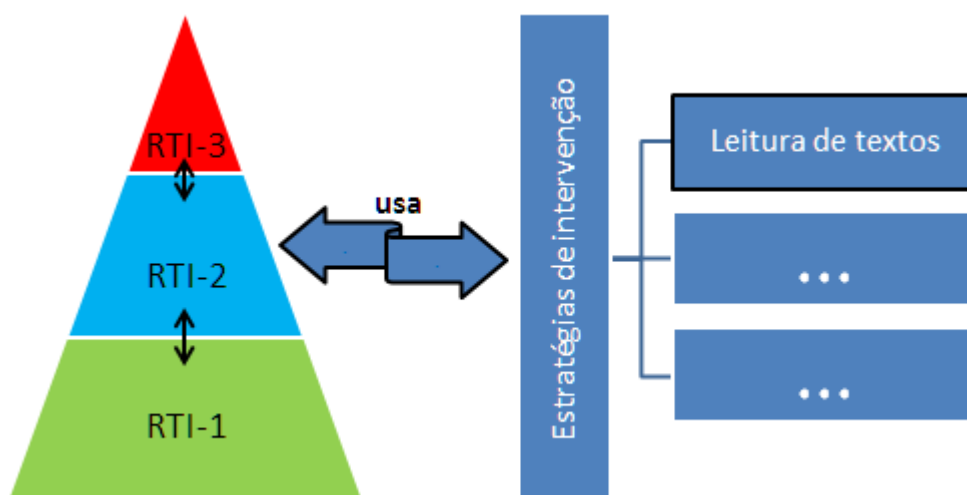


Figura 12: Camadas RtI e as estratégias de intervenção para leitura de textos

A figura 12, mostra a interação entre as camadas do modelo RtI e as estratégias de intervenção relacionadas a cada uma delas. No caso, específico deste trabalho, todas as camadas fazem uso da estratégia de intervenção de leitura de textos de forma oral adequados para cada ano escolar.

A camada RTI-1 é caracterizada pelas intervenções instrucionais e preventivas para todos os estudantes da sala de aula. Todos aqueles que estão com dificuldades na leitura, escrita ou matemática são avaliados com frequência usando provas curtas baseadas no programa curricular do estudante, destinadas a avaliar o progresso ao longo do tempo [86], [92].

Nessa fase, os professores colocam em prática uma variedade de estratégias de ensino usando programas de leitura baseadas nos resultados dos próprios estudantes e monitoram o desempenho dos mesmos na leitura por meio de avaliações que incluem componentes curriculares e comportamentais.

A seleção dos melhores programas de leitura ou instruções com este fim depende do desenvolvimento profissional e contínuo dos professores [86]. Aproximadamente 80% dos estudantes participam destas avaliações [92].

A camada RTI-2 é caracterizada pelas intervenções intensivas em intervalos de tempo menor para pequenos grupos formados por estudantes que não tiveram sucesso nas intervenções da camada RTI-1. Monitoramento contínuo do desempenho dos grupos através de avaliações baseadas em componentes de leitura e necessidades do estudante usando o mesmo programa curricular da RTI-1.

Variação dos textos em conteúdo e nível em concordância com a escolaridade do estudante para aumentar as oportunidades de generalização das habilidades de leitura. Variação no número de integrantes do grupo (não muito pequeno) para ampliar as oportunidades de resposta e receber *feedback* [131]. A porcentagem de estudantes que participam desta camada é de aproximadamente 15% [92].

A camada RTI-3 é caracterizada pelas intervenções individuais, intensivas e procedimentos contínuos, formada por estudantes que não respondem às intervenções da camada RTI-2.

As avaliações são realizadas em função das provas dos próprios estudantes, de forma intensa, baseadas nas práticas bem-sucedidas da RTI-2 de forma individual e continua com base nas necessidades do estudante. Monitoramento regular e avaliação do desempenho do estudante com base em históricos de aprendizagem estabelecidos [131]. A porcentagem de estudantes que participam desta camada é de aproximadamente 5% [92].

Segundo FLETCHER e VAUGHN [92], existe uma mobilidade de estudantes entre as camadas, diferenciando-se uma da outra no número de estudantes, tempo e duração das intervenções.

3.1.3.2 Severidade

Este módulo tem a função de calcular os graus de severidade da leitura de cada estudante que participa dos testes na intervenção. O grau de severidade é o nível de comprometimento que o leitor disléxico pode ter e é determinado pelo especialista através de um diagnóstico elaborado usando o DSM-5 como guia de referência.

No presente trabalho, o grau de severidade é o mesmo indicado pelo DSM-5, só se diferenciando no método de cálculo: (a) “grau de severidade *fuzzy*” calculado usando o sistema *fuzzy*; e (b) “grau de severidade” calculado usando a fórmula matemática do escore z. Estes métodos são usados para comparar o grau de severidade final do estudante em intervenção.

3.1.3.3 Estratégias de intervenção

Este módulo tem a função de armazenar as estratégias de intervenção usadas na intervenção de um estudante com dificuldades de aprendizagem em leitura de textos, escrita ou cálculos matemáticos.

A estratégia de intervenção usada neste trabalho é baseada na leitura de textos especialmente escolhidos pelo especialista para cada ano escolar do estudante. Este processo é denominado de “leitura em papel” e é realizado da seguinte forma, um estudante com diagnóstico de transtorno específico de leitura recebe um texto para ser lido em voz alta durante um minuto. O especialista anota o número de palavras corretas e incorretas e usa um cronômetro para medir o tempo de teste.

O número de palavras lidas corretamente representa a velocidade de leitura, principal variável usada neste trabalho. Também pode ser usado o número de palavras erradas para determinar a precisão de leitura, no entanto, não é usada neste trabalho, pois a velocidade de leitura é a variável da qual dependem as outras variáveis.

3.1.3.4 Gerenciamento

O módulo de gerenciamento permite que o administrador cadastre o especialista. A través deste módulo o especialista cadastra os estudantes com transtornos específicos de leitura e gerencia as estratégias de intervenção e as camadas de RtI correspondentes à escolaridade do estudante, além de cadastrar as tarefas a ser realizadas pelo estudante em cada camada.

3.1.4 Camada de dados

A camada de dados é baseada no modelo conceitual desenvolvido por Macário Costa [34]. O modelo utilizado nesta tese é uma ampliação com a finalidade de adicionar novas relações para armazenar os dados de leitura dos pacientes em intervenção.

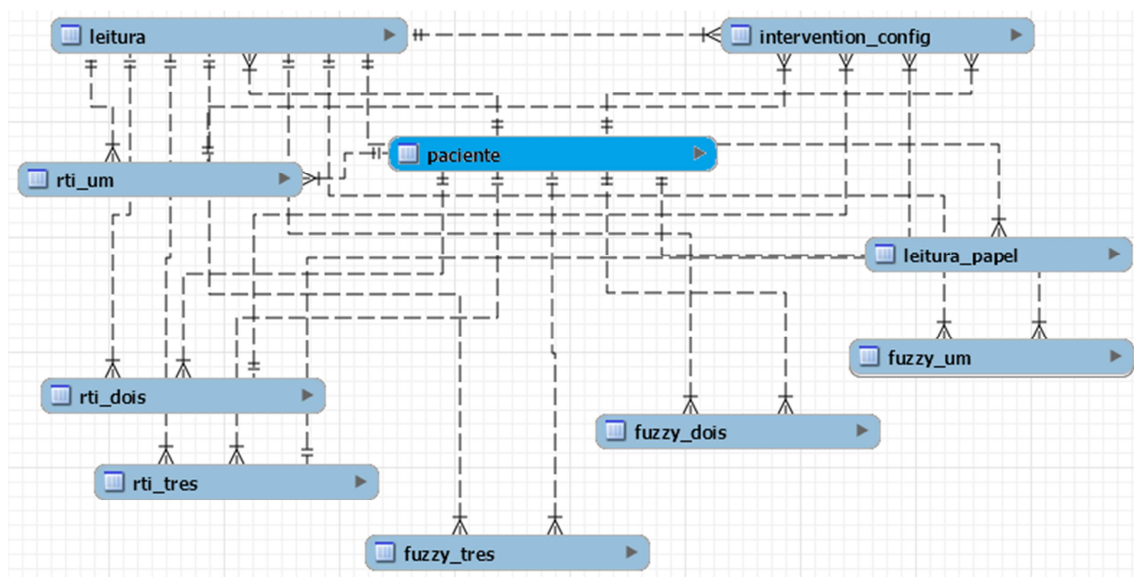


Figura 13: Modelo conceitual simplificado utilizado pela ferramenta de monitoramento

A figura 13 apresenta o modelo conceitual composto pelas relações utilizadas pelos testes de leitura oral, e descritas a seguir.

paciente: armazena os dados de todos os pacientes.

leitura: armazena os dados dos pacientes com transtornos específicos de leitura.

intervention_config: armazena as configurações das tarefas a ser realizadas pelos pacientes, camada do RTI na qual deve ser feita a tarefa de leitura, texto a ser lido correspondente à escolaridade do paciente. Estas informações são cadastradas pelo especialista.

rti_um: armazena os dados dos pacientes que participam da leitura de textos na camada RTI_1, também calcula e guarda o grau de severidade do paciente usando o escore z.

rti_dois: armazena os dados dos pacientes que participam da leitura de textos na camada RTI_2, também calcula e guarda o grau de severidade do paciente usando o escore z.

rti_tres: armazena os dados dos pacientes que participam da leitura de textos na camada RTI_3, também calcula e guarda o grau de severidade do paciente usando o escore z.

leitura_papel: armazena os dados correspondentes ao número de palavras lidas corretamente no tempo de um minuto (velocidade de leitura). Também guarda as palavras lidas de forma incorreta, no entanto, não são usadas nesta tese.

fuzzy_um: armazena os dados dos pacientes que participam da leitura de textos na camada RTI_1, também calcula e guarda o grau de severidade do pacientes usando o sistema *fuzzy*.

fuzzy_dois: armazena os dados dos pacientes que participam da leitura de textos na camada RTI_2, também calcula e guarda o grau de severidade do pacientes usando o sistema *fuzzy*.

fuzzy_tres: armazena os dados dos pacientes que participam da leitura de textos na camada RTI_3, também calcula e guarda o grau de severidade do pacientes usando o sistema *fuzzy*.

Capítulo 4

Experimentos e análise de resultados

O presente capítulo tem por objetivo apresentar os detalhes dos experimentos, os dados, os textos usados e o cálculo do grau de severidade usando o sistema *fuzzy*, assim como as análises dos dados resultantes da execução dos módulos RTI-2 e RTI-3.

4.1 Amostra

Os dados das amostras são coletados pelo projeto ELO (escrita, leitura e oralidade) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em virtude de ser um centro de referência no tratamento de dislexia no Rio de Janeiro. Os dados foram cedidos com permissão (ver anexo B) para ser usados no presente trabalho.

Tabela 2: População de participantes do ELO

Escolaridade	RTI - 2	RTI - 3	RTI-2 + RTI-3
1	0	0	0
2	16	9	3
3	15	6	2
4	20	3	2
5	10	3	1
6	6	0	0
7	2	0	0
8	1	0	0
9	0	0	0
Total	70	21	8

A tabela 2 apresenta as amostras dos estudantes para cada ano escolar que participam da pesquisa e passam a ser denominados de pacientes.

Os pacientes foram divididos em dois grupos denominados RTI-2 e RT-3 e correspondem às camadas dois e três do modelo RtI. O grupo RTI-2 é composto de 70 pacientes e o grupo RTI-3 com 21 pacientes.

Foram encontrados 8 pacientes que participam dos dois grupos (RTI-2 e RTI-3) ao mesmo tempo. O total de pacientes que participam desta pesquisa é de 83 ($83 = 70+21-8$).

4.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

Os pacientes que participam desta pesquisa são avaliados e diagnosticados segundo os critérios do DSM-5 por uma equipe interdisciplinar composta por um neurologista, fonoaudiólogo, neuropsicólogo e um psicopedagogo que trabalham parceria com o projeto ELO-UFRJ.

Os pacientes diagnosticados com necessidades de serviços especializados podem ser incluídos nos grupos RTI-2 ou RTI-3 do modelo RtI a critério do especialista a qualquer momento [132], [133], sem a necessidade de seguir o fluxo normal das avaliações e intervenções, critério que é adotado neste trabalho.

Os pacientes com escolaridades 1 e 9 que aparecem na tabela 2, foram excluídos da pesquisa pelas seguintes razões: os pacientes com escolaridade 1 estão em processo inicial de alfabetização e ainda não saber ler. Não foram encontrados pacientes com escolaridade 9 para participar da pesquisa.

A camada RTI-1 foi excluída dos testes por dificuldades em conseguir uma escola que permita ter acesso às salas de aula por razões de regimentos internos das mesmas.

4.2 Médias e desvios padrão da velocidade de leitura

As médias e desvios padrão são resultados de amostras formadas por grupo-turma com um total de 50 escolares alfabetizados pelo Colégio de Aplicação do Centro de Filosofia e Ciências Humanas e a unidade de Ensino Fundamental e Médio da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAp-UFRJ) para cada um dos 9 anos de escolaridade. Para garantir que a amostra dos pacientes seja de classes sociais

diferentes, a entrada foi feita via sorteio numa proposta de estudo longitudinal [134] e em condições normais de um período letivo.

Tabela 3: Médias e desvio padrão de N=50, MOUSINHO [134]

Escolaridade	Média Aritmética	Desvio Padrão
2	58,00	34,512
3	84,12	27,822
4	107,60	31,524
5	124,59	30,972
6	138,77	29,310
7	161,07	25,979
8	158,17	26,619

Na tabela 3 podem ser observadas as médias aritméticas e os desvios padrão correspondentes à velocidade de leitura para cada ano escolar dos pacientes.

4.3 Textos de leitura oral

Com a finalidade de promover um ambiente no qual a leitura se torne algo agradável e até mesmo desejável, para que seja compreendido o que foi lido e melhorar a capacidade de leitura, os textos devem ser selecionados em critérios como: ser narrativos; sem ou poucos diálogos; didáticos; específicos para cada ano escolar; balanceados em ortografia, sintaxe e semântica; e, nível de complexidade compatível com a escolaridade do estudante. Por esta razão, nem sempre o número de palavras do texto é a variável mais relevante.

Tabela 4: Textos para leitura oral usados na intervenção, MOUSINHO [134]

Escolaridade	Título do texto	Autor	Número de palavras
1	A folha das cores	Vera Noronha	113
2	O Acidente	Cocco E. Hailer	196
3	As travessuras de Afonsinho	R. Rocha	727
4	A grande novidade	Elias José	248
5	Tutty, o terror das calças brancas	Ulisses Tavares	420
6	A velha contrabandista	Stanislaw Ponte Preta	377
7	O sonho dos ratos	Rubem Alves	659
8	Futebol e enterro	Maria Luísa Silvestre	445
9	Caso de secretaria	Carlos Drummond	530

Os textos usados neste trabalho são o resultado de uma proposta de estudo longitudinal, foram selecionados textos narrativos, sem ou poucos diálogos, além de considerar os tipos de estruturas que aparecem nos textos devido a que podem influenciar na velocidade de leitura final, nível de complexidade compatível com o ano escolar do paciente [134].

A tabela 4 apresenta os textos que podem ser usados na leitura oral para cada ano escolar, os autores e o número de palavras. No entanto, os textos usados neste trabalho são restringidos para textos do 2º ao 8º ano e podem ser encontrados no apêndice A. O texto do 1º ano pode ser usado quando a criança souber ler, já o texto do 9º pode ser usado quando seja encontrado um paciente para esta escolaridade.

4.4 Duração e variáveis

O tempo entre o pré-teste denominado “antes” o pós-teste denominado “depois” é de 16 semanas, o que corresponde ao número de semanas de um semestre letivo. Durante o antes e o depois foram propostas atividades off-line nas áreas de fonoaudiologia, pedagogia e psicologia.

As atividades off-line devem levar em conta condições indispensáveis para a sua motivação e envolvimento em atividades formais e dirigidas. As autoras SILVA e CAPELLINI [4], indicam as habilidades da aprendizagem de leitura que podem ser melhoradas realizando atividades como: (a) estimular a capacidade de segmentar de modo consciente palavras em suas menores unidades, em sílabas e fonemas (consciência fonológica); (b) repetir pseudo-palavras, mais ou menos extensas, e com maior ou menor similaridade entre as palavras (memória de trabalho fonológica); (c) aumento do *input* visual; (d) compreensão de narrativas; e (e) nomeação rápida.

Segundo MOUSINHO e NAVAS [13] a velocidade de leitura é um dos fatores fundamentais que influenciam diretamente na compressão leitora e como consequência no leitor disléxico ou principiante. O leitor é capaz de interpretar um texto ouvido, mas sua habilidade de leitura não permite que resgate as informações lidas para interpretá-las. Para as autoras, o leitor precisa realizar atividades de leitura com o objetivo de

umentar a velocidade de leitura textual, tornando este processo automático. Por esta razão, usa-se esta variável para acompanhar a evolução da leitura do disléxico.

A velocidade de leitura é uma variável numérica que é calculada em função do número de palavras lidas corretamente em um minuto (ppm) num texto correspondente a escolaridade do paciente.

O desvio é uma variável numérica calculada como a diferença dos valores da velocidade de leitura do paciente e a média aritmética dos pacientes do CAp-UFRJ (desvio = velocidade de leitura - média). A média aritmética deve estar em correspondência com a escolaridade do paciente como mostrado na tabela 3. O valor da variável desvio pode ser positivo ou negativo.

A variável escolaridade é o valor correspondente a cada ano escolar dos pacientes, isto é, do 2º ao 8º ano.

O grau de severidade é uma variável numérica calculada pelo sistema *fuzzy* em função das variáveis escolaridade e desvio. Sistema elaborado especificamente para o caso. O grau de severidade indica o nível de comprometimento do leitor disléxico diagnosticado pelo especialista usando o DSM-5.

4.5 O grau de severidade *fuzzy*

Para elaborar o sistema *fuzzy* foi consultado um especialista em fonoaudiologia sobre o diagnóstico, as variáveis de entrada e saída para transtornos específicos de leitura. O processo de aquisição e validação do conhecimento foi feito durante encontros de trabalho de uma vez por mês durante um período letivo de 16 semanas.

O grau de severidade *fuzzy* (variável severidade) é o valor resultante do sistema *fuzzy* que tem como entradas as variáveis de escolaridade e desvio correspondentes ao ano escolar do paciente. O valor retornado indica o nível de severidade do paciente com transtornos específicos de leitura de acordo com o DSM-5 e deve estar em concordância com a tabela 1, da seção de diagnóstico 2.1.1, além da concordância do especialista.

O sistema *fuzzy* foi desenvolvido da seguinte forma: (a) As variáveis escolaridade, desvio e severidade foram modeladas usando o *fuzzy toolbox* do Matlab®; (b) o arquivo fis (*fuzzy inference system*) gerado foi usado dentro do sistema através de duas classes criadas especificamente para este propósito; (c) uma classe para fazer a

leitura do arquivo fis e a outra para avaliar os valores *fuzzy* no sistema e retornar o valor da severidade correspondente às entradas da escolaridade e desvio do paciente; (d) foi usado o FuzzyLab [135] como ferramenta para interpretar do arquivo fis e retornar uma saída (severidade) na linguagem java[®].

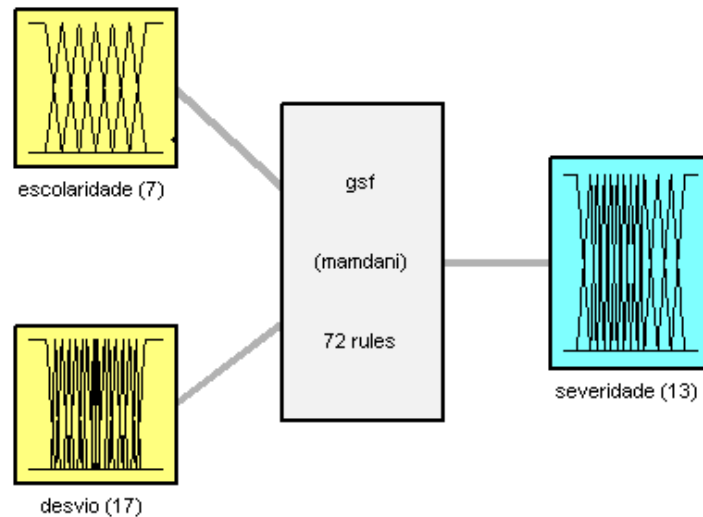


Figura 14: Sistema *fuzzy* criado para leitura

A figura 14 mostra o sistema *fuzzy* onde podem ser visualizadas as variáveis de entrada (escolaridade e desvio), o módulo de inferência (gsf) composto pela junção das regras das variáveis de entrada. Também pode ser visualizada a variável de saída (severidade) que corresponde ao grau de severidade *fuzzy*.

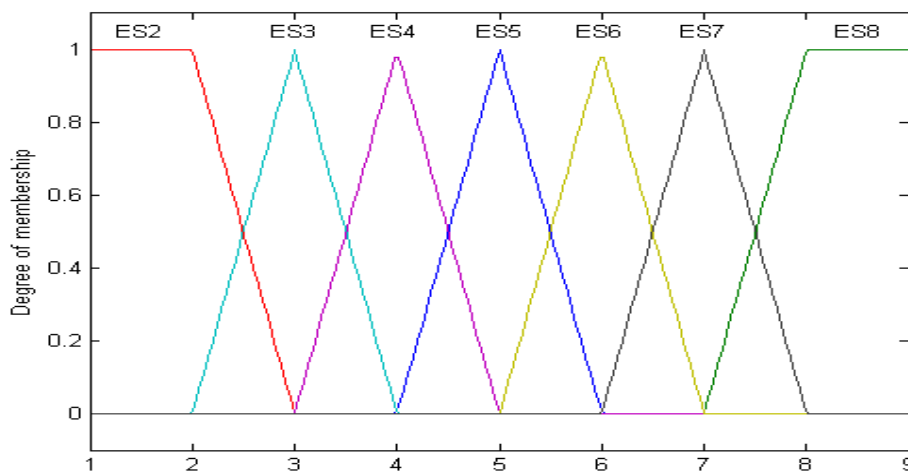


Figura 15: Variável escolaridade

A figura 15 mostra a variável escolaridade como um conjunto *fuzzy* composto a sua vez por 7 subconjuntos correspondentes a cada ano escolar, denominados de ES2(2^o)

ano escolar), ES3(3º ano escolar), ES4(4º ano escolar), ES5(5º ano escolar), ES6(6º ano escolar), ES7(7º ano escolar), ES8(8º ano escolar) no intervalo de 1 a 9.

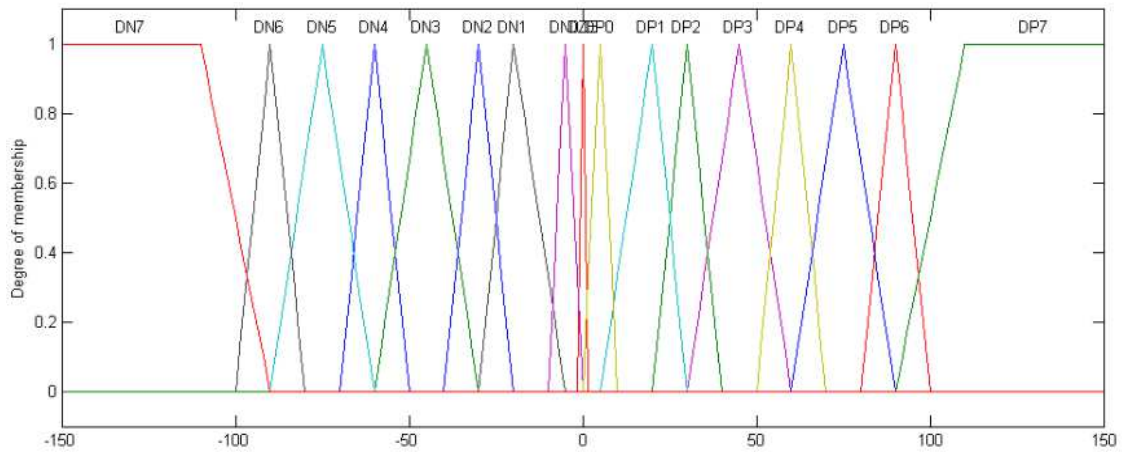


Figura 16: Variável desvio

A figura 16 mostra a variável desvio e os subconjuntos *fuzzy* que formam parte da mesma. A variável esta composta por 17 subconjuntos *fuzzy* denominados como desvio negativo (DN0, ..., DN7), desvio zero (DZE) e desvio positivos (DP0 ... DP7) no intervalo de -150 até 150.

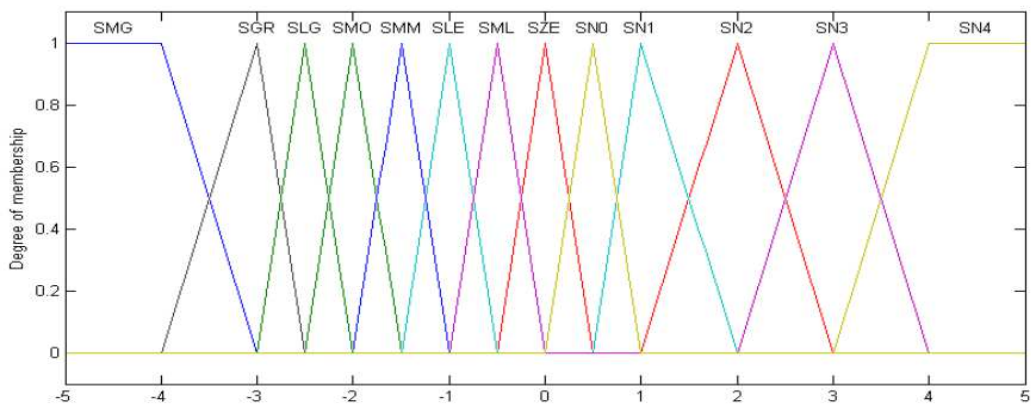


Figura 17: Variável severidade

A figura 17 mostra a variável severidade que é a saída do sistema *fuzzy* e esta composta por 13 subconjuntos *fuzzy* denominados como, SMG (severidade muito grave), SGR (severidade grave), SLG (severidade ligeiramente grave), SMO (severidade moderada), SMM (severidade meio moderada), SLE (severidade leve), SML (severidade muito leve), SZE (severidade zero), SN0 (severidade normal 0), SN1(severidade normal 1), SN2(severidade normal 2), SN3(severidade normal 3), SN4(severidade normal 4).

A figura 17 mostra os graus de severidade (*gs*) *fuzzy*, onde podem acontecer as seguintes situações na leitura do paciente: $gs \geq 0$ (normal); -1 (severidade leve); -2 (severidade moderada); e -3 (severidade grave), em concordância com o diagnóstico do DSM-5 e da tabela 1.

O sistema *fuzzy* para leitura é composto por 72 regras adicionadas seguindo as orientações do especialista em fonoaudiologia. O sistema faz uso das vantagens dos sistemas *fuzzy* que podem trabalhar com falta de regras, pois o número total de regras poderia ser de $7 \cdot 17 = 119$.

As regras e têm a seguinte forma:

if (escolaridade is ESCOLARIDAE) ***and*** (desvio is DESVIO) ***then*** (severidade is SEVERIDADE)(peso)

Onde a ESCOLARIDADE pode percorrer todos os subconjuntos desde ES2 até ES8 como mostrado na figura 15, e DESVIO pode percorrer os subconjuntos desde DN7 até DP7 como mostrado na figura 16, e finalmente a SEVERIDADE pode percorrer os subconjuntos desde SMG até SN4 como mostrado na figura 17.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DZE) then (severidade is SZE) (1)2. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP0) then (severidade is SZE) (1)3. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN0) then (severidade is SML) (1)4. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP2) then (severidade is SN1) (1)5. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN2) then (severidade is SLE) (1)... |
|--|

Quadro 5: Regras do sistema *fuzzy* para Leitura

O quadro 5 mostra um subconjunto parcial de 5 regras os sistema *fuzzy* elaborado especificamente para o monitoramento da leitura neste trabalho. Por razões de espaço são apresentadas só 5 regras. As regras em sua totalidade encontram-se no apêndice C.

A figura 18 mostra os gráficos das variáveis de entrada e saída do sistema *fuzzy* para a leitura de textos utilizados no monitoramento dos pacientes com transtornos específicos de leitura.

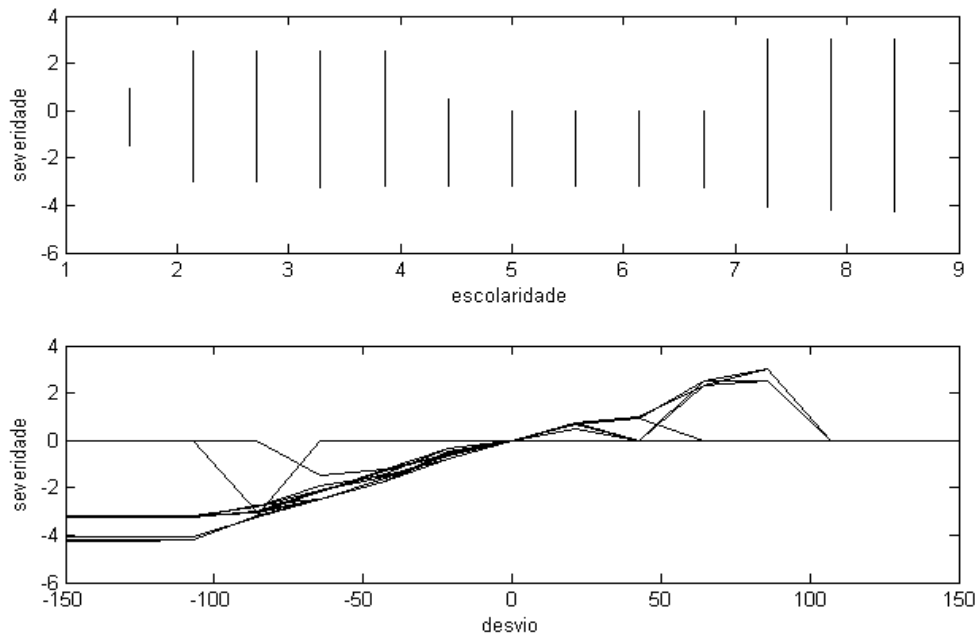


Figura 18: Variáveis de entrada e saída do sistema *fuzzy*

Na figura 18 podem ser observados os gráficos de escolaridade x severidade e desvio x severidade. No segundo gráfico pode ser observada a maior concentração nos desvios negativos que os positivos. Já no primeiro gráfico a variação é muito pequena devido a que a escolaridade é sempre um número inteiro positivo.

4.6 Comparação entre graus de severidade

A comparação é feita entre os valores da variável severidade resultante do sistema *fuzzy* e os valores resultantes da fórmula matemática do escore z para cada ano escolar dos pacientes definidos nas seções anteriores.

No pré-teste denominado de antes, são comparados o valor da viável severidade *fuzzy* e o valor do escore z correspondente à escolaridade do paciente. No pós-teste denominado depois também são comparados os valores da variável severidade *fuzzy* e escore z correspondente à escolaridade do paciente.

Possíveis discrepâncias entre os valores de antes e depois devem ser analisadas caso a caso com a finalidade de saber as possíveis causas e propor possíveis mudanças nas estratégias de intervenção ou até mesmo rever o diagnóstico do paciente.

4.7 Experimentos e discussão

As etiquetas usadas nas tabelas da análise dos dados são descritas a seguir e são as mesmas para as camadas RTI-2 e RTI-3: Na primeira linha temos nome (nome do paciente); Esc (escolaridade do paciente); Idade (idade do paciente); V_A (velocidade de leitura antes – pré-teste); V_D (velocidade de leitura depois – pós-teste); Z_A (escore z antes); Z_D (escore z depois); F_A (severidade resultado do sistema *fuzzy* antes), F_D (severidade depois); a cor amarela nos números que correspondem ao nome do paciente significa que este paciente participa das intervenções das camadas RTI-2 e RTI-3 ao mesmo tempo.

4.7.1 Escolaridade e idade

A escolaridade foi usada como critério para a seleção do material de leitura oral no antes e depois, tendo em vista que crianças com transtornos específicos de leitura podem ter reprovações sucessivas, o que independe de sua idade, e os textos didáticos são selecionados em função do esperado para cada etapa escolar, e não da faixa etária.

4.7.2 Experimento na camada RTI-2

Os dados referentes à camada RTI-2 podem ser visualizados na tabela 5. Esta tabela apresenta os dados do grupo RTI-2 com escolaridade 2 e os nomes das etiquetas usadas em todo o experimento como descritas na seção 4.7. O número total de pacientes participantes desta camada é de 16 pacientes, dos quais 3 pacientes participam das intervenções das camadas RTI-2 e RTI-3 ao mesmo tempo.

A análise do comportamento dos dados é feita em função das eventuais mudanças de posição das barras azul (linha continua) e roxa (linha pontilhada) para os pacientes correspondentes.

Em geral as barras podem resultar em três possíveis posições: a barra roxa (depois) é maior que a barra azul (antes) indica progresso na leitura; a barra roxa (depois) é menor que a barra azul (antes) indica atraso na leitura e; a barra roxa (depois) é igual à barra azul (antes) indica que o paciente não teve nenhum progresso. A análise deve ser feita caso a caso pelo especialista. Observando também que a análise quando os graus de severidade são menores que zero (negativos), as barras roxas devem ser menores que as azuis para indicar progresso, caso contrário, indicam atraso na leitura ou iguais para indicam que os pacientes não tiveram progresso nenhum.

Tabela 5: Pacientes com escolaridade 2 na camada RTI-2

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	2	9	60,0	56,0	0,2	-0,2	0,1	-0,1
2	2	8	61,0	91,0	0,3	1,0	0,1	1,0
3	2	7	96,0	99,0	0,9	0,9	1,1	1,2
4	2	7	26,0	45,0	-0,8	-0,3	-0,9	-0,4
5	2	8	45,0	74,0	-0,3	0,5	-0,4	0,5
6	2	9	48,0	44,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4
7	2	9	48,0	44,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4
8	2	8	66,0	70,0	0,3	0,5	0,2	0,3
9	2	7	35,0	35,0	-0,3	-0,5	-0,7	-0,7
10	2	7	13,0	17,0	-1,3	-1,2	-1,3	-1,2
11	2	7	79,0	39,0	0,7	-0,3	0,6	-0,6
12	2	6	9,0	37,0	-1,3	-0,3	-1,4	-0,6
13	2	7	24,7	33,6	-0,9	-0,5	-1,0	-0,7
14	2	7	56,0	57,6	-0,2	0,0	-0,2	0,0
15	2	8	8,4	23,0	-1,3	-0,9	-1,4	-1,0
16	2	10	18,0	49,0	-1,2	-0,3	-1,2	-0,3

4.7.2.1 Escolaridade 2

A informação apresentada pela tabela 5, referente à velocidade de leitura oral antes e depois para a escolaridade 2 pode ser visualizada no gráfico da figura 19.

O eixo horizontal inferior está marcado com os números de 1 ao 16 que representa os pacientes, já no eixo vertical esquerdo está marcado com os números de 0 a 120 e representa a velocidade de leitura (ppm) no tempo de um minuto. Na parte

superior dos gráficos se encontra as etiquetas que descrevem os nomes das variáveis e a cor das barras azul (linha contínua) e roxa (linha pontilhada).

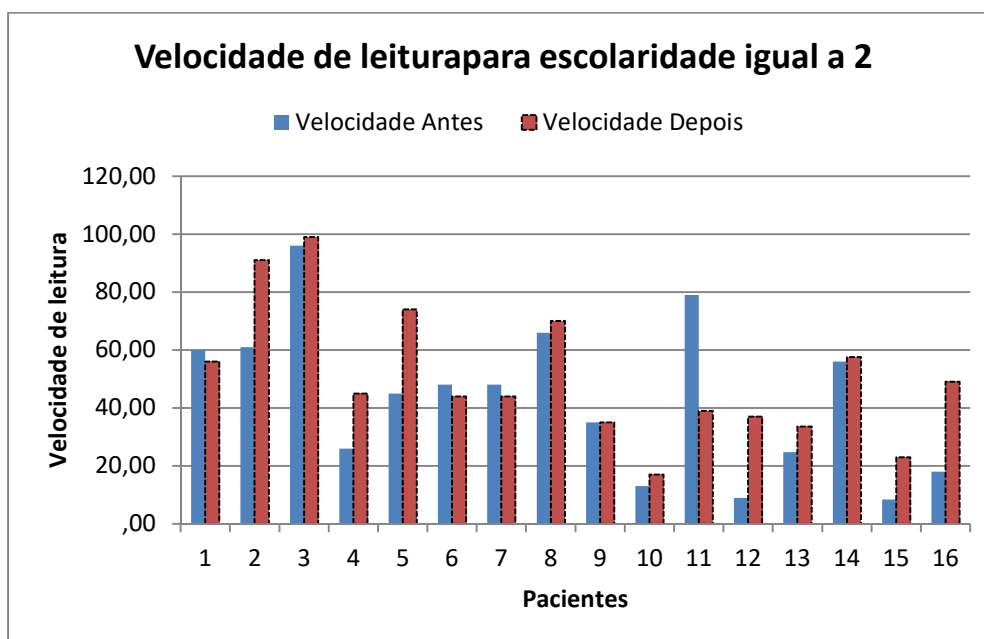


Figura 19: Velocidades de leitura oral para escolaridade 2

A análise com respeito á velocidade de leitura oral é feita a partir do gráfico da figura 30, observando-se as barras roxa e azul, pode ser notado que a barra roxa sempre é maior que barra de cor azul, o que indica uma possível melhoria na velocidade de leitura oral dos pacientes usando a abordagem RTI-2, exceto para os pacientes 1, 6, 7, 11 e 9.

A velocidade de leitura oral dos pacientes 1, 6, 7 e 11 ao terminar o experimento, o desempenho deles piorou usando esta abordagem. O paciente número 9 não teve nenhuma melhora, e o diagnóstico deve ser revisto pelo especialista para possíveis mudanças na intervenção. Observa-se também que o paciente número 11 é o que tem atraso maior, isto é, este paciente só piorou seu desempenho, além disso, o paciente participa da intervenção da camada RTI-3.

A análise com respeito ao grau de severidade *fuzzy* é feita a partir do gráfico da figura 20. O gráfico mostra os graus de severidade usando o modelo de lógica *fuzzy* para o modelo RTI-2 com escolaridade igual a 2. Observa-se que a grande maioria dos pacientes apresenta uma possível melhoria, exceto, os pacientes 1, 3, 6, 7, 9, 10, 11 e 14.

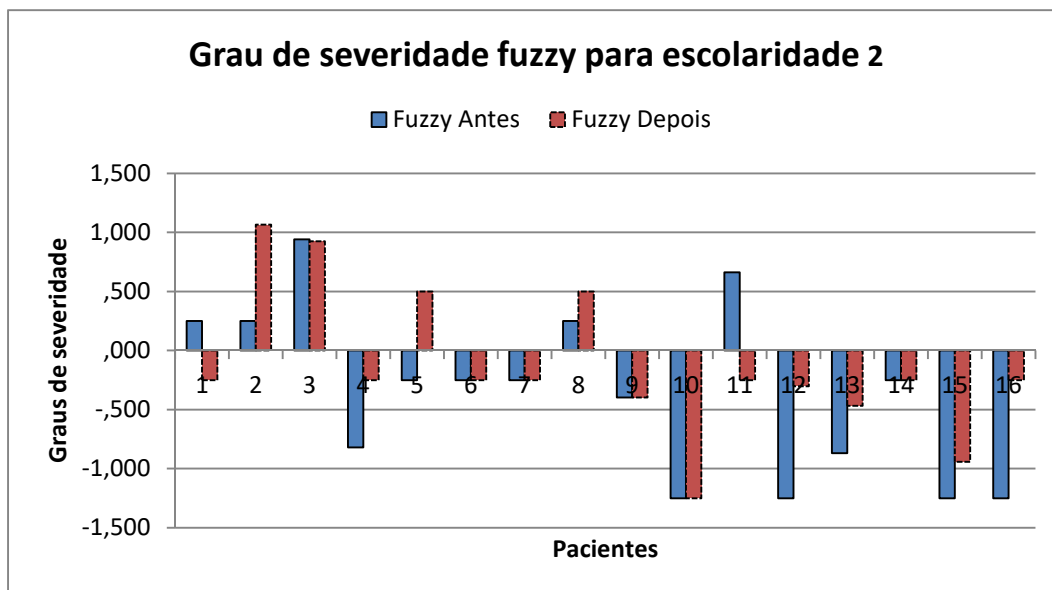


Figura 20: Grau de severidade *fuzzy* para leitura oral com escolaridade 2

Os pacientes 1, 3 e 11 têm um atraso usando esta estratégia de intervenção que deve ser analisado pelo especialista, além do paciente 11 participar da intervenção na cama RTI-3. Os pacientes 6, 7 e 14 não têm progresso nenhum, o que pode indicar que a estratégia de intervenção pode não ser a adequada e devem ser encaminhados ao especialista para rever o diagnóstico e possíveis mudanças na estratégia de intervenção.

Observa-se também que alguns pacientes melhoraram o valor do grau de severidade mesmo que seja mostrando desempenho ruim. Por exemplo, o paciente 16 muda de grau de severidade da faixa de moderado (-2) para a faixa de leve (-1), o que indica uma melhoria substancial na abordagem RTI-2.

A análise com respeito ao escore z, o grau de severidade dos pacientes é mostrado na figura 21. Seguindo o comportamento das barras do início e do fim do experimento, os números do eixo vertical esquerdo indica o grau de severidade (GS) dos pacientes.

A maioria dos pacientes apresenta possíveis melhorias segundo o grau de severidade usando o escore z, exceto os pacientes 1, 6, 7, 9 e 11 pioram o desempenho usando o modelo RTI-2. O paciente 9 não apresenta nenhuma melhoria e seu diagnóstico deve ser revisto pelo especialista. O desempenho do paciente 11 piorou substancialmente no período em que foram aplicados os testes do experimento, mesmo

o paciente participando da camada RTI-3. O diagnóstico para esta paciente também deve ser revisto pelo especialista.

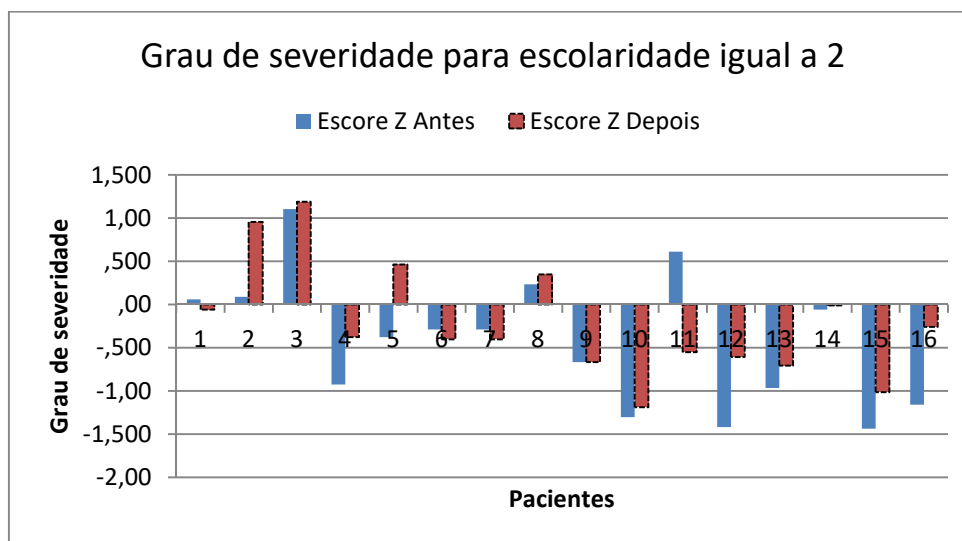


Figura 21: Grau de severidade usando escore z para leitura oral com escolaridade 2

4.7.2.2 Escolaridade 3

Tabela 6: Leitura oral para escolaridade 3 na camada RTI-2

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	3	9	45,0	35,0	-1,7	-1,7	-1,4	-1,8
2	3	8	50,0	50,0	-1,5	-1,4	-1,2	-1,2
3	3	8	70,0	76,0	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3
4	3	10	101,0	117,0	0,5	1,5	0,6	1,2
5	3	9	47,0	41,0	-1,7	-1,6	-1,3	-1,5
6	3	9	50,0	46,0	-1,6	-1,7	-1,2	-1,4
7	3	8	33,0	46,0	-1,7	-1,7	-1,8	-1,4
8	3	8	18,0	23,0	-2,3	-3,0	-2,4	-2,2
9	3	8	14,0	45,0	-2,9	-1,7	-2,5	-1,4
10	3	7	8,0	34,0	-2,9	-1,7	-2,7	-1,8
11	3	9	31,0	0,00	-1,7	-2,9	-1,9	-3,0
12	3	9	26,0	56,0	-1,7	-0,7	-2,1	-1,0
13	3	9	51,0	75,0	-1,5	-0,5	-1,2	-0,3
14	3	8	55,0	75,0	-0,8	-0,5	-1,0	-0,3
15	3	9	56,0	71,0	-0,7	-0,5	-1,0	-0,5

A tabela 6 apresenta os dados da leitura oral dos pacientes com escolaridade 3 na cama RTI-2, usa as mesmas etiquetas descritas anteriormente e usa as mesmas cores nas

barras, têm dois pacientes 11 e 14 que participam da camada RTI-3 (indicados com a cor amarela).

O gráfico resultante dos dados da velocidade de leitura oral da tabela 6 é apresentado na figura 22. A análise com respeito à velocidade de leitura oral para a escolaridade igual a 3 na camada RTI-2 é feita seguindo os lineamentos iniciais propostos.

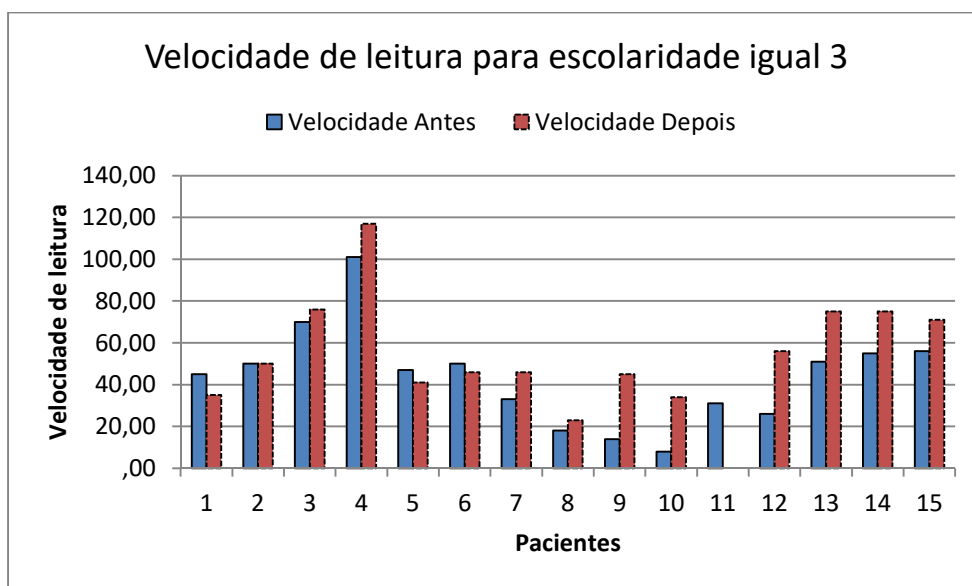


Figura 22: Velocidade de leitura oral para escolaridade 3 do RTI-2

Pode ser observado no gráfico da figura 22 que a maioria dos pacientes a barra roxa é maior que a barra azul, indicando uma possível melhora na velocidade de leitura oral, exceto para os pacientes 1, 5, 6, e 11, para os quais a velocidade de leitura final foi menor que a inicial. Os diagnósticos para estes pacientes devem ser revistos pelo especialista para possíveis mudanças de estratégias de intervenção ou investigar outros fatores causantes.

Deve-se observar também que o paciente 11 tem 0 na velocidade de leitura na coluna com etiqueta V_D da tabela 6, este valor é o resultado da leitura final, o que pode indicar que o paciente não fez a leitura oral ao finalizar o experimento ou abandonou o tratamento por alguma razão, por exemplo saúde, simplesmente não quis fazer, entre outras, etc.

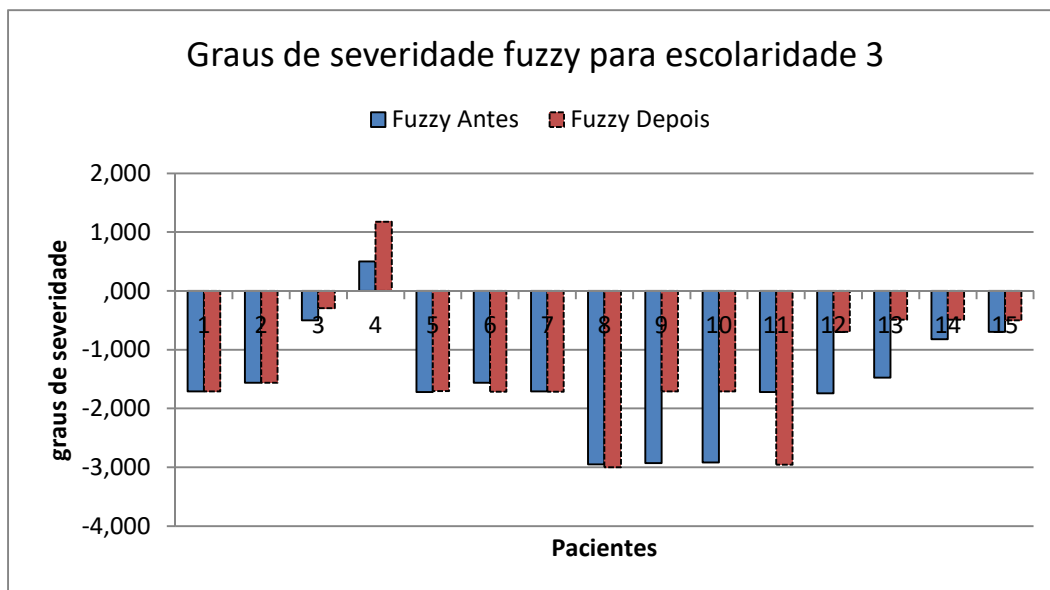


Figura 23: Grau de severidade *fuzzy* para leitura com escolaridade 3 no RTI-2

Analisando os gráficos das figuras 23 e 24 com respeito ao grau de severidade *fuzzy* e do escore *z*. Pode ser observado o seguinte: Existe uma possível melhora nos graus de severidade observando que a barra roxa é menor que a barra azul para valores menores que zero, e maior que a barra azul quando o grau de severidade é maior que zero.

No gráfico da figura 23 corresponde ao grau de severidade *fuzzy* pode ser observado o seguinte: A maioria tem uma melhora, exceto os pacientes 1, 2, 5, 6, 7, 8 e 11 têm um atraso na velocidade de leitura. Os pacientes 1, 5, 6 e 11 têm um atraso maior quando comparados com os pacientes com atrasos. Já os pacientes 2 e 7 não mostram progresso nenhum, o que pode indicar intervenção inadequada. Todos os pacientes com discrepâncias devem ser observados pelo especialista para possíveis mudanças na estratégia ou outras medidas correspondentes a cada caso.

No gráfico da figura 24 corresponde ao grau de severidade gerado pelo escore *z*, também pode ser observado que existe uma possível melhoria na velocidade de leitura oral, exceto para os pacientes, 1, 2, 5, 6, e 11 que pioram seu desempenho. O valor do grau de severidade dos pacientes melhorou na maioria dos casos, por exemplo, os pacientes 9 e 10 melhoram de grave para moderado, exceto, o paciente 11 com gs grave que pode ser resultado de não haver feito a tomada de dados da segunda fase do experimento ou abandono de tratamento.

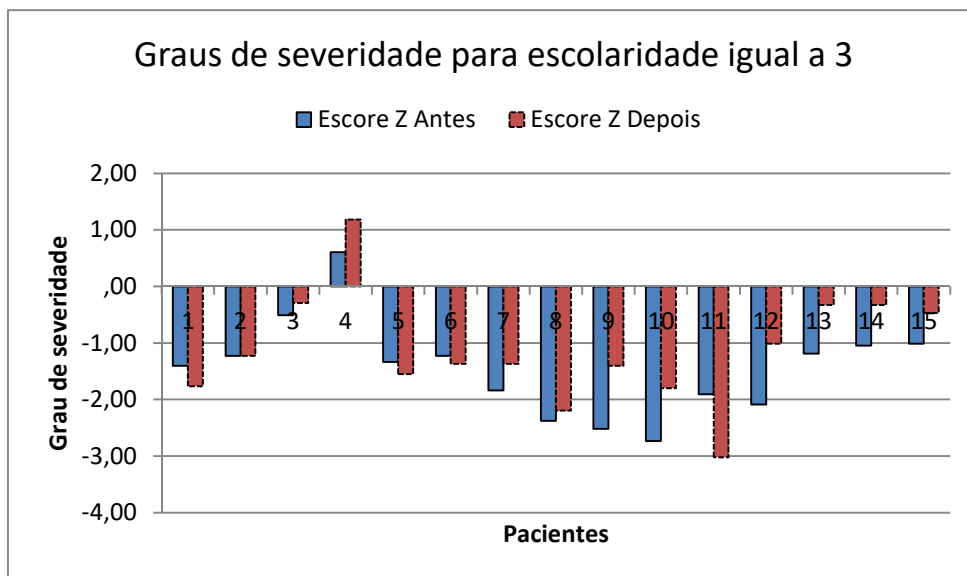


Figura 24: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 3 no RTI-2

No gráfico da figura 24 também pode ser observado que paciente 4 pode ser considerado um leitor normal (sem dislexia) segundo o grau de severidade *fuzzy* e o escore z, mesmo assim, deve ser feito um seguimento para verificar o diagnóstico. Os graus de severidade *fuzzy* apresentado pela figura 23 para os pacientes 5 e 6 têm pequenas discrepâncias como os graus apresentados pelo escore z na figura 24.

4.7.2.3 Escolaridade 4

A tabela 7 apresenta os dados de 20 pacientes com escolaridade 4 do modelo RTI-2, também apresenta dois pacientes (1 e 14) de cor amarela que participam da intervenção da camada RTI-3.

A análise ao respeito da velocidade de leitura pode ser feita usando o gráfico da figura 25, o qual mostra que o desempenho na velocidade de leitura oral indicando que maioria dos pacientes teve uma melhora usando os mesmos critérios propostos no início das análises, exceto, para os pacientes 2, 5, 6, 10, 11, 17, 18 e 20 para os quais se têm discrepâncias ao respeito das melhorias, se comparados com o valor inicial da leitura no experimento, pode-se indicar um atraso ou nenhum progresso usando a abordagem.

Tabela 7: Escolaridade 4 na camada RTI-2

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	4	10	37,0	52,0	-2,2	-1,6	-2,2	-1,8
2	4	10	71,0	71,0	-1,5	-1,5	-1,2	-1,2
3	4	10	71,0	73,0	-1,5	-1,4	-1,2	-1,1
4	4	11	65,0	66,0	-1,5	-1,5	-1,4	-1,3
5	4	10	45,0	35,0	-1,8	-2,2	-2,0	-2,3
6	4	9	60,0	58,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,6
7	4	10	83,0	96,0	-0,7	-0,7	-0,8	-0,4
8	4	9	58,0	91,0	-1,5	-0,7	-1,6	-0,5
9	4	8	77,0	97,0	-1,0	-0,7	-1,0	-0,3
10	4	9	92,0	92,0	-0,7	-0,7	-0,5	-0,5
11	4	9	22,0	48,0	-2,8	-1,7	-2,7	-1,9
12	4	9	50,0	50,0	-1,7	-1,7	-1,8	-1,8
13	4	10	36,0	45,0	-2,2	-1,8	-2,3	-2,0
14	4	9	106,0	123,0	-1,5	0,7	-0,1	0,5
15	4	9	67,0	84,4	-1,5	-0,7	-1,3	-0,7
16	4	9	98,6	106,0	-0,5	0,0	-0,3	-0,1
17	4	9	37,5	35,5	-2,2	-2,2	-2,2	-2,3
18	4	2	70,0	52,0	-1,5	-1,6	-1,2	-1,8
19	4	8	52,3	60,0	-1,5	-1,5	-1,8	-1,5
20	4	9	74,0	33,0	-1,3	-2,2	-1,1	-2,4

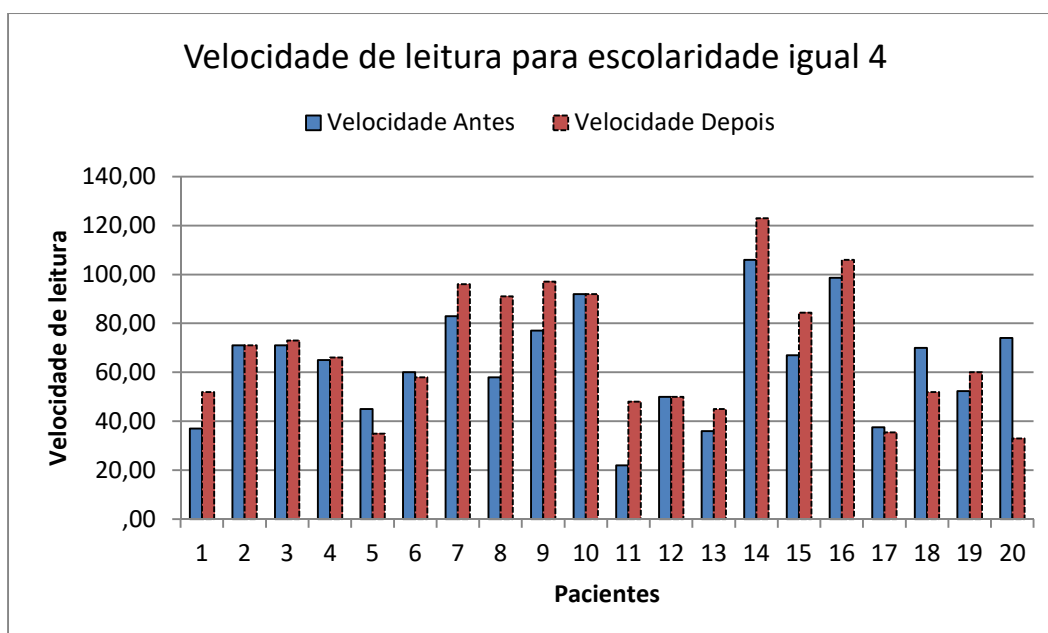


Figura 25: Velocidades de leitura para escolaridade 4 do RTI-2

O grau de severidade *fuzzy* para os pacientes com escolaridade 4 é mostrado no gráfico da figura 26. Os pacientes tiveram melhora, exceto os pacientes 2, 4, 5, 6, 7, 10,

12, 17, 18, 20 tiveram atraso ou nenhum progresso usando a abordagem RTI e encaminhados para o especialista rever o diagnóstico.

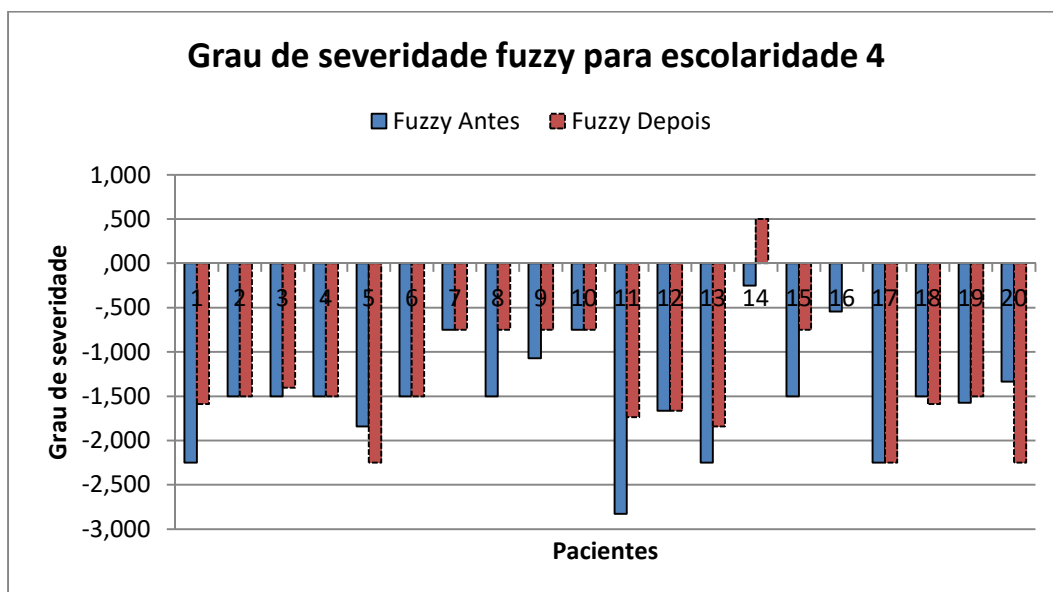


Figura 26: Grau de severidade *fuzzy* para leitura com escolaridade 4 do RTI-2

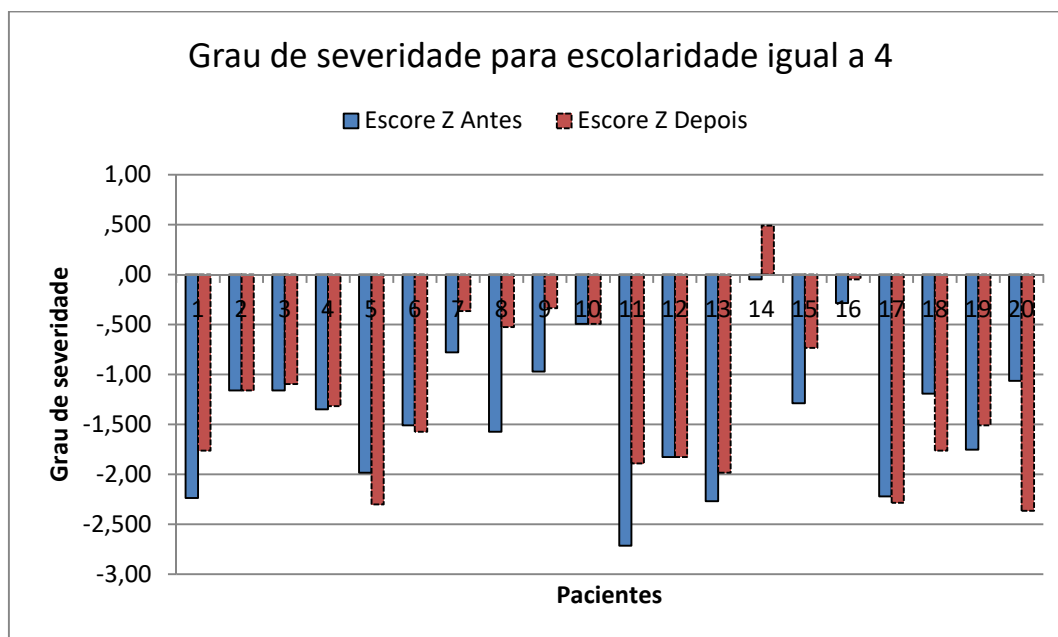


Figura 27: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 4 do RTI-2

O grau de severidade usando o escore z para os pacientes com escolaridade 4 é mostrado no gráfico da figura 27. O gráfico mostra uma melhoria no desempenho na velocidade leitura oral, exceto, para os pacientes 2, 5, 6, 10, 12, 17, 18 e 20 que

mostraram um atraso ou nenhum progresso na leitura, indicando que o diagnóstico deve ser revisto pelo especialista.

Os pacientes 1 e 14 que participam da intervenção das duas camadas, isto é, RTI-2 e RTI-3 tiveram melhora que pode ser produto de participar das duas camadas de intervenções e como consequência o paciente pode realizar suas tarefas em igualdade de condições aos colegas de sala de aula.

4.7.2.4 Escolaridade 5

Tabela 8: Escolaridade 5 na camada RTI-2

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	5	11	47,0	37,0	-2,5	-3,0	-2,5	-2,8
2	5	11	91,0	102,0	-1,2	-0,6	-1,1	-0,7
3	5	11	18,0	32,0	-3,2	-3,2	-3,4	-3,0
4	5	15	48,0	58,0	-2,5	-2,3	-2,5	-2,2
5	5	13	100,0	109,0	-0,7	-0,5	-0,8	-0,5
6	5	11	40,0	57,0	-3,0	-2,3	-2,7	-2,2
7	5	11	89,0	89,0	-1,2	-1,2	-1,1	-1,1
8	5	9	60,0	80,0	-2,2	-1,3	-2,1	-1,4
9	5	10	19,0	26,0	-3,1	-3,2	-3,4	-3,2
10	5	10	56,0	71,0	-2,4	-1,4	-2,2	-1,7

A tabela 8 apresenta os dados das velocidades de leitura dos pacientes com escolaridade 5. Na tabela existe um paciente identificado com o número 8 que participa também da intervenção da camada RTI-3.

O gráfico apresentado pela figura 28 mostra o desempenho dos pacientes na velocidade de leitura oral com escolaridade 5. Pode ser observado no gráfico que a barra roxa é sempre maior que a barra azul na maioria dos casos, o que indica uma possível melhora. Exceto, para o paciente 1 onde a barra roxa é menor que a barra azul, indicando atraso na leitura em comparação com os outros colegas de sala de aula e o diagnóstico deve ser revisto.

Também pode ser observado que o paciente 7 não teve melhoria nenhuma, logo o diagnóstico deve ser revisto para possíveis mudanças de estratégia de intervenção.

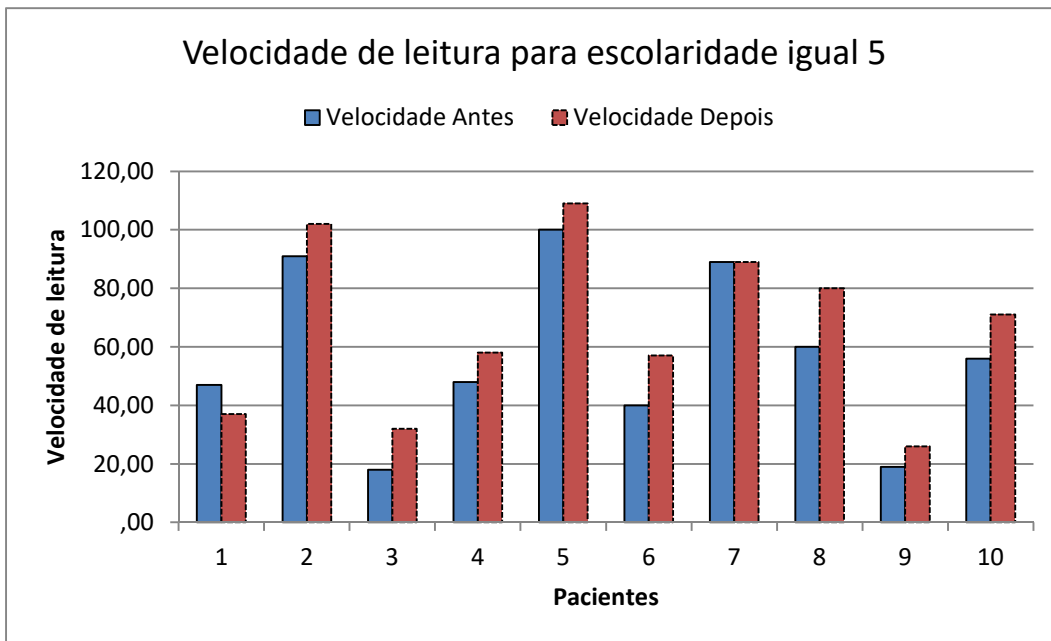


Figura 28: Velocidade de leitura para escolaridade 5 do RTI-2

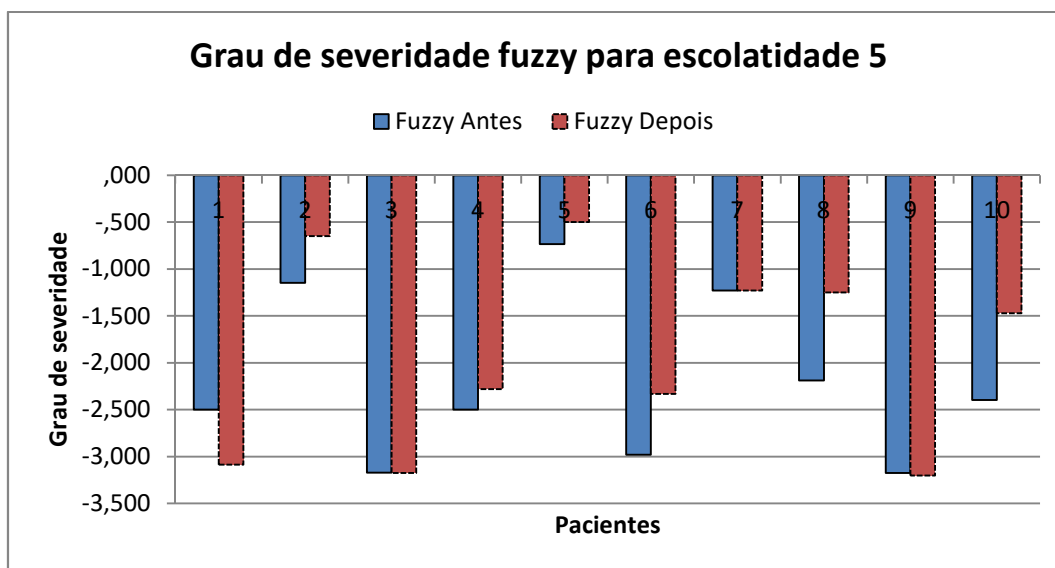


Figura 29: Grau de severidade *fuzzy* para leitura com escolaridade 5 do RTI-2

A análise ao respeito do grau de severidade *fuzzy* pode ser feita observado no gráfico da figura 29 onde a curva roxa é menor que a azul, indicando possível melhora, exceto os pacientes 1, 3, 7 e 9 que tiveram atraso na leitura ou nenhum progresso usando a abordagem RtI. Os diagnósticos devem ser revistos para possíveis mudanças de estratégias ou outras medidas de acordo com o especialista.

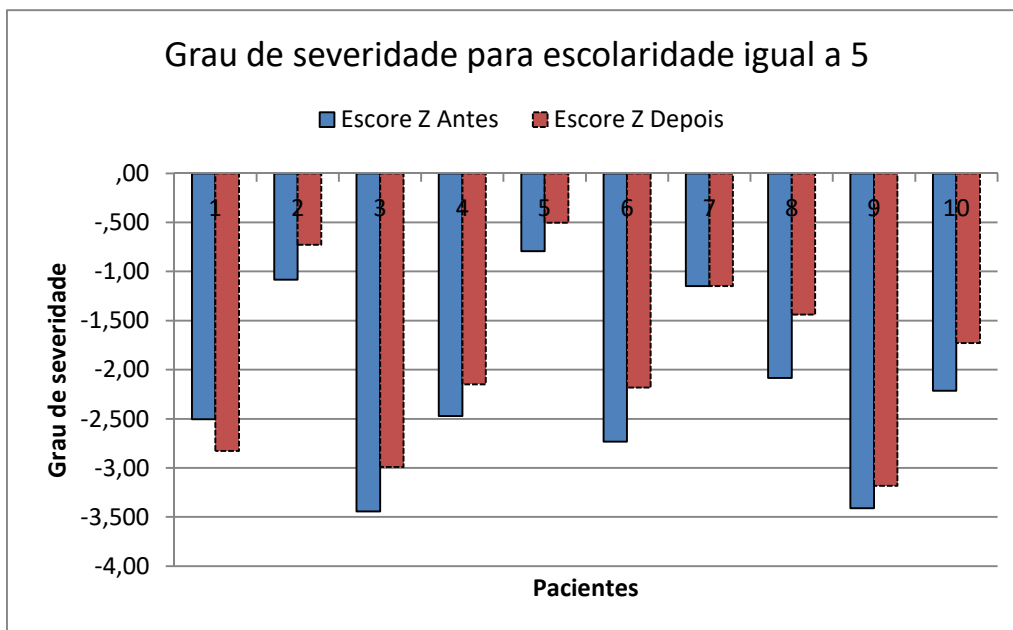


Figura 30: Grau de severidade usando escore z com escolaridade 5 do RTI-2

Os graus de severidade calculados pelo escore z são mostrados no gráfico da figura 30. No gráfico pode ser observado que a maioria dos pacientes teve progresso, exceto, o paciente 1 e 7. O paciente 1 agravou seu desempenho e 7 não teve progresso nenhum, e os diagnósticos devem ser revistos para possíveis mudanças de estratégias de intervenção em concordância com o especialista.

O paciente 8 que participa das duas camadas teve progresso, no entanto, não está claro qual é o fator que ajuda no progresso, indicando que devem ser feitas mais pesquisas para saber com clareza os motivos do progresso.

4.7.2.5 Escolaridade 6

Tabela 9: Escolaridade 6 na camada RTI-2

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	Z_A	Z_D	F_A	F_D
1	6	12	38,0	40,0	-3,1	-3,2	-3,0	-3,0
2	6	11	123,0	141,0	-0,5	0,2	-0,7	0,1
3	6	11	91,0	93,0	-1,5	-1,5	-1,7	-1,0
4	6	13	48,0	57,0	-3,1	-2,7	-3,0	-3,0
5	6	11	54,0	64,0	-2,9	-2,5	-3,0	-2,7
6	6	12	54,0	65,0	-2,9	-2,5	-3,0	-2,7

A tabela 9 apresenta os dados do desempenho de leitura oral dos pacientes com escolaridade 6. As etiquetas das colunas são as mesmas como descritas no início da seção.

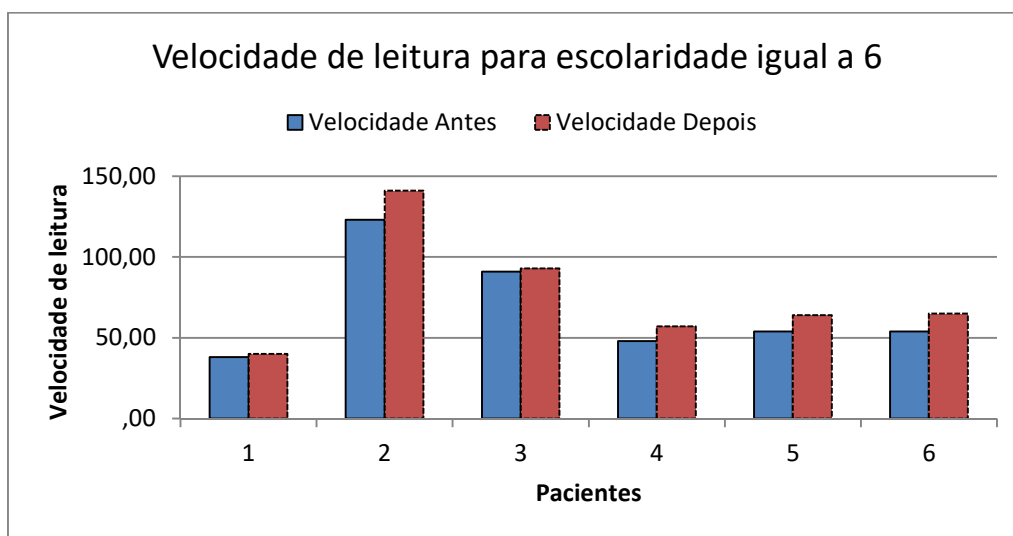


Figura 31: Velocidade de leitura oral para escolaridade 6 do RTI-2

O gráfico apresentado pela figura 31 mostra o progresso de todos dos pacientes com escolaridade 6 na velocidade de leitura oral. Todos os pacientes apresentam melhorias.

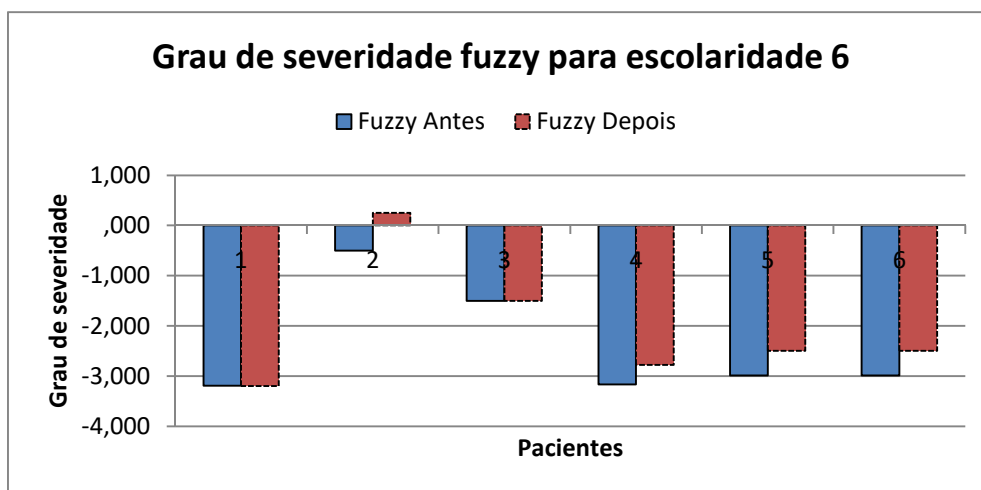


Figura 32: Grau de severidade *fuzzy* para leitura com escolaridade 6 do RTI-2

A análise é feita usando o grau de severidade *fuzzy* pode ser observado no gráfico da figura 32 que a maioria dos pacientes tem melhora observando que a barra roxa é ligeiramente maior que a azul, exceto para os pacientes 1 e 3. O paciente 1

apresenta atraso e o paciente 3 nenhum progresso, indicando que os diagnósticos devem ser revisto pelo especialista para possíveis mudanças.

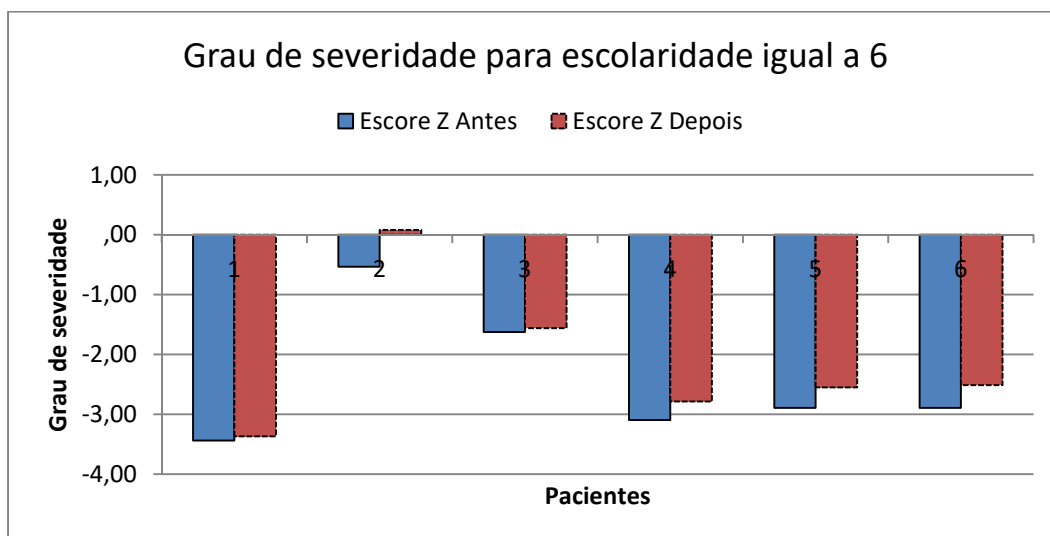


Figura 33: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 6 do RTI-2

O gráfico da figura 33 apresenta o grau de severidade referente ao desempenho da velocidade de leitura usando o escore z. Pode ser observado progresso nos pacientes.

4.7.2.6 Escolaridade 7

A tabela 10 apresenta os dados dos pacientes com escolaridade 7 que participam da camada RTI-2. A análise com respeito à velocidade de leitura pode ser feita diretamente na tabela. Pode ser observado que os valores correspondentes à velocidade de leitura oral depois (coluna V_D) sempre é maior que velocidade de leitura oral antes (coluna V_A) para os pacientes 1 e 2.

Tabela 10: Escolaridade 7 da camada RTI-2

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	7	14	103,0	108,0	-2,3	-1,9	-2,2	-2,0
2	7	13	127,0	141,0	-1,4	-0,5	-1,3	-0,8

O desempenho dos pacientes 1 e 2 indica progresso usando tanto o grau de severidade *fuzzy* quanto do escore z (os valores das colunas F_D e Z_D são sempre menores que os valores das colunas F_A e Z_A).

4.7.2.7 Escolaridade 8

Tabela 11: Escolaridade 8 para RTI-2

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
3	8	9	43,0	68,0	-4,2	-3,2	-4,3	-3,4

A tabela 11 apresenta os dados do paciente com escolaridade 8 na camada RTI-2. O paciente 8 teve progresso na leitura oral como mostram os valores das colunas V_A (antes) e V_D (depois). Também os graus de severidade tanto *fuzzy* quanto do escore z indicam um progresso na intervenção usando a camada RTI-2, pois os valores das colunas F_D e Z_D são sempre menores que os valores das colunas F_A e Z_A.

4.7.3 Experimento na camada RTI-3

4.7.3.1 Escolaridade 2

A tabela 12 apresenta os dados correspondentes o desempenho da leitura oral dos 9 pacientes com escolaridade 2 na camada RTI-3. Os textos usados para a leitura oral são os mesmos utilizados na camada RTI-2.

Tabela 12: Escolaridade 2 na camada RTI-3

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	2	7	26,0	67,0	-0,8	0,2	-0,9	0,3
2	2	6	9,0	37,0	-1,2	-0,3	-1,4	-0,6
3	2	7	96,0	99,0	0,9	0,9	1,1	1,2
4	2	8	28,0	56,0	-0,7	-0,2	-0,9	-0,1
5	2	7	0,0	0,0	-1,4	-1,4	-1,7	-1,7
6	2	7	79,0	39,0	0,6	-0,2	0,6	-0,6
7	2	7	96,0	99,0	0,6	-0,2	1,1	1,2
8	2	7	13,0	17,0	0,9	0,9	-1,3	-1,2
9	2	7	96,0	99,0	-1,2	-1,2	1,1	1,2

Pode ser observado na tabela que os pacientes 3, 6 e 8 participam das intervenções da camada RTI-2. Além disso, o paciente 5 não realiza as tomadas de dados da velocidade de leitura no antes e no depois no experimento, pelo qual deve ser excluído da análise pois os dados resultantes no grau de severidade no condisssem com a realidade. O paciente abandonou o tratamento.

No gráfico da figura 34, pode ser notado que existe uma melhora no desempenho de leitura, no entanto, deve ser observado que o paciente 6 tem um desempenho abaixo do esperado quando comparado com a sua velocidade no início do experimento. Este paciente participa da intervenção da camada RTI-2, os outros dois pacientes (3 e 8) apresentam uma pequena melhora.

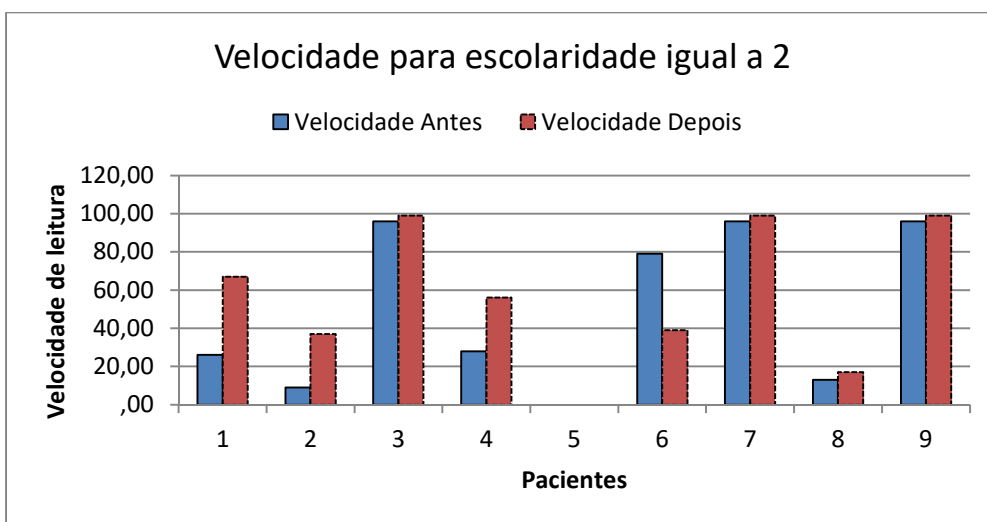


Figura 34: Velocidade de leitura oral para escolaridade 2 no RTI-3

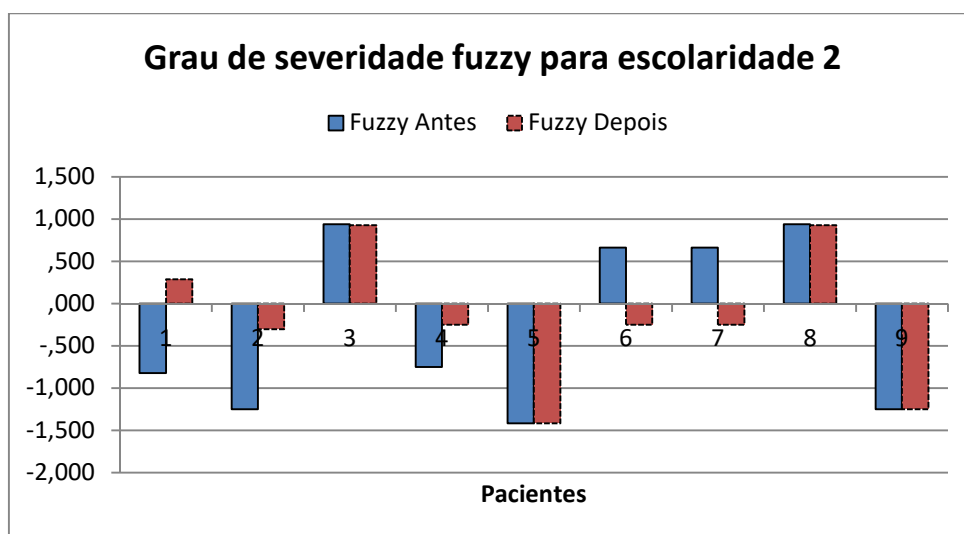


Figura 35: Grau de severidade *fuzzy* para leitura com escolaridade 2 no RTI-3

Ao analisar os graus de severidade dos pacientes correspondentes gerados pelo sistema *fuzzy* observa-se nos gráficos das figuras 35 que os pacientes 3, 5, 6, 7, 8 e 9 têm atraso ou nenhum progresso usando a abordagem. Observado também que o paciente 5 abandonou o tratamento e deve ser excluído da análise.

Os diagnósticos devem ser revistos para esses pacientes. Observando que os pacientes 3, 6 e 8 participam da camada de intervenções RTI-2.

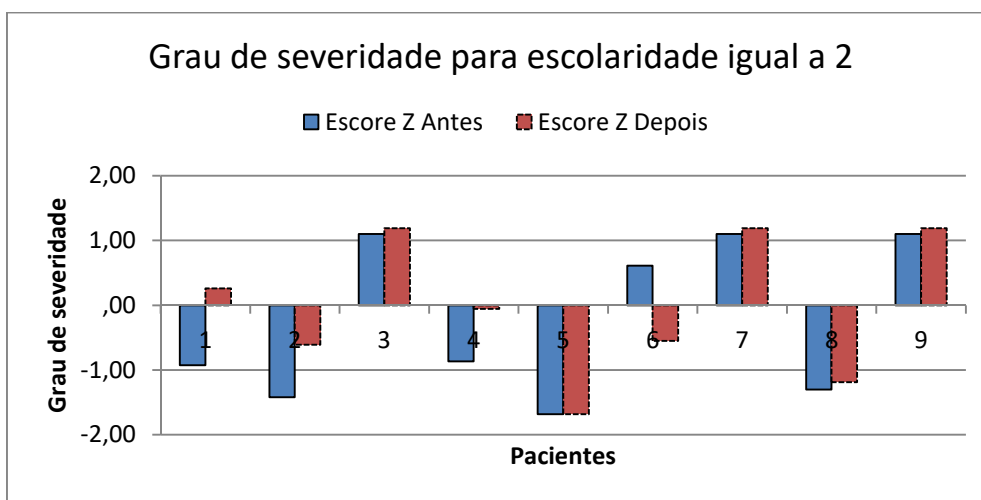


Figura 36: Grau de severidade usando escore z para escolaridade 2 no RTI-3

O gráfico da figura 36 mostra os graus de severidade usando o escore z onde pode ser observado o progresso dos pacientes usando a abordagem RTI-3, exceto os pacientes 5 e 6 que tiveram atraso na leitura, observando também que o paciente 5 abandonou o tratamento. O paciente 6 deve ser encaminhado para o especialista.

4.7.3.2 Escolaridade 3

Tabela 13: Escolaridade 3 na camada RTI-3

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	3	8	148,0	162,0	2,2	2,5	2,3	2,8
2	3	8	20,0	50,0	-2,9	-1,5	-2,3	-1,2
3	3	8	0,0	11,0	-2,9	-2,9	-3,0	-2,6
4	3	9	13,0	41,0	-2,9	-1,7	-2,6	-1,5
5	3	8	55,0	75,0	-0,8	-0,4	-1,0	-0,3
6	3	9	31,0	0,0	-1,7	-2,9	-1,9	-3,0

A tabela 13 apresenta os dados do desempenho da velocidade de leitura oral dos pacientes com escolaridade 3 na camada RTI-3 e também os pacientes 5 e 6 que participam da intervenção da camada RTI-2, assim como valores 0 da velocidade de leitura tanto no início como no fim do experimento dos pacientes 3 e 6.

O valor zero do paciente 3 significa que o paciente não realizou a tomada de dados nesta etapa e o zero depois do paciente 6 pode significar abandono de tratamento.

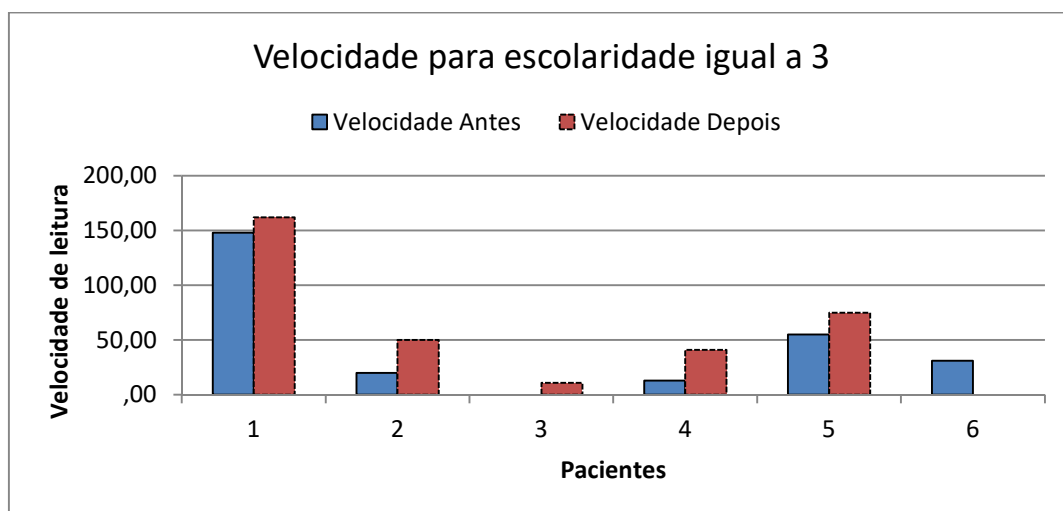


Figura 37: Velocidade de leitura oral para escolaridade 3 no RTI-3

A análise do desempenho da velocidade de leitura dos pacientes pode ser observada no gráfico da figura 37. Usando o mesmo critério das análises anteriores, pode ser observado um progresso na leitura, exceto, para os pacientes 3 e 6.

O paciente 3 não tem dados no início do experimento, já o paciente 6 piora seu desempenho, possivelmente por abandono de tratamento. Os pacientes 5 e 6 participam da intervenção da camada RTI-2. O paciente 5 apresenta uma melhora, que pode ser produto ou não de participar das intervenções na outra camada.

Para a análise dos graus de severidade se usam os gráficos das figuras 38 e 39 onde podem ser observadas estas informações usando tanto o sistema *fuzzy* quanto o *escore z*.

O gráfico da figura 38 mostra que os graus de severidade *fuzzy* melhoram na maioria dos casos, exceto, para o paciente 6, que não mostra nenhuma melhoria mesmo participando das intervenções da camada RTI-2 e observado que este paciente abandonou o tratamento. Já o paciente 5 aparentemente tem melhora, mas não tem o

valor inicial da velocidade para poder afirmar esta melhoria, então o diagnóstico deve ser revisto e fazer um seguimento para ter um diagnóstico mais exato.

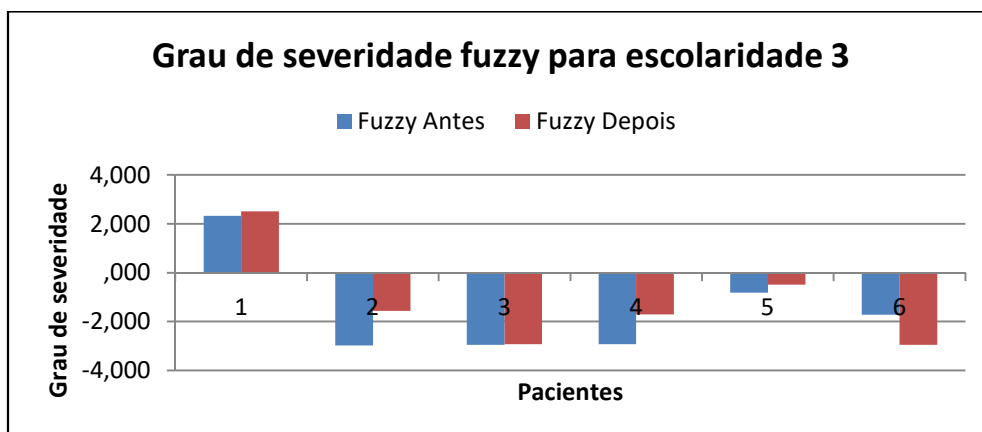


Figura 38: Grau de severidade *fuzzy* para leitura com escolaridade 3 no RTI-3

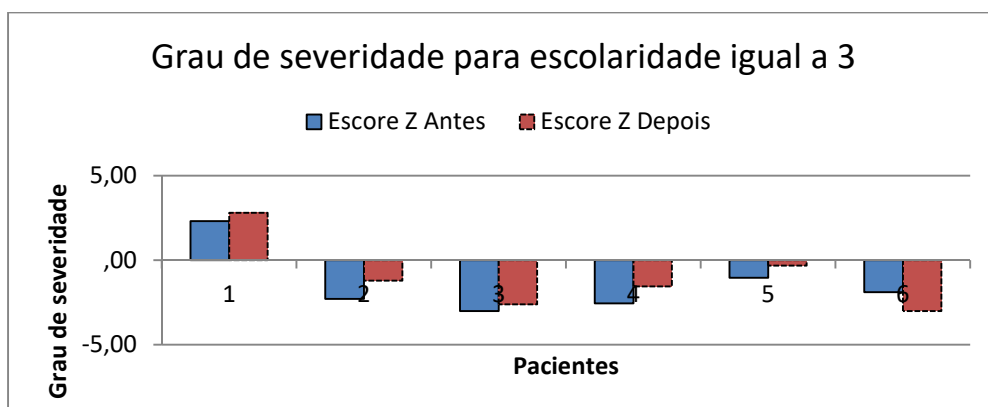


Figura 39: Grau de severidade usando escore z com escolaridade 3 no RTI-3

Os graus de severidade usando o escore z mostrados no gráfico da figura 39 indicam progresso na leitura usando a abordagem RTI-3. O paciente 6 abandonou o tratamento.

4.7.3.3 Escolaridade 4

A tabela 14 apresenta os dados do desempenho na velocidade de leitura dos pacientes com escolaridade 4 na camada RTI-3 e também os pacientes 2 e 3 que participam da intervenção da camada RTI-2. Também pode ser observado que o paciente 1 abandonou o tratamento.

Tabela 14: Escolaridade 4 na camada RTI-3

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	4	9	47,0	0,0	-1,7	-3,1	-1,9	-3,4
2	4	9	106,0	123,0	-0,2	0,5	-0,1	0,5
3	4	10	37,0	52,0	-2,2	-1,6	-2,2	-1,8

Na tabela 14 mostra que os pacientes 2 e 3 têm progresso na leitura oral, pois valores correspondentes à velocidade de leitura final é maior que o valor da leitura inicial o que indica um progresso usando a abordagem RTI-3.

Os graus de severidade *fuzzy* segundo a tabela 14 dos pacientes 2 e 3 também tiveram progresso quando comparados os valores da coluna F_D como o valor da coluna F_A. Os graus de severidade usando o escore z também indicam progresso para os pacientes 2 e 3 comparando as colunas Z_D com Z_A.

4.7.3.4 Escolaridade 5

A tabela 15 apresenta os dados do desempenho na velocidade de leitura oral dos pacientes com escolaridade 5 na camada RTI-3 e também o paciente 1 que participa da intervenção da camada RTI-2.

Tabela 15: Escolaridade 5 na camada RTI-3

Nome	Esc	Idade	V_A	V_D	F_A	F_D	Z_A	Z_D
1	5	9	60,0	80,0	-2,1	-1,3	-2,1	-1,4
2	5	10	19,0	26,0	-3,1	-3,2	-3,4	-3,2
3	5	11	89,0	89,0	-1,2	-1,2	-1,1	-1,1

A análise com respeito ao desempenho da velocidade de leitura oral pode ser feita observando a tabela 15. Na tabela, pode ser observada que há um crescimento na velocidade de leitura usando as colunas V_A e V_D, para os pacientes 1 e 2, exceto para o paciente 3 onde a velocidade de leitura permanece igual usando a abordagem RTI-3. Observando também que o paciente 1 participa na intervenção na camada RTI-2, o que pode influenciar no resultado final do seu desempenho.

Usando o grau de severidade *fuzzy* para os dados da tabela 15 pode ser observado que o paciente 1 teve progresso, o paciente 2 teve atraso e o paciente 3 não teve nenhum progresso. Os pacientes 2 e 3 devem ser encaminhados para o especialista.

Ao analisar os graus de severidade usando o escore z podemos observar que os pacientes 1 e 2 tiveram progresso, já o paciente 3 não teve melhoria nenhuma e seu diagnóstico deve ser revisto pelo especialista. Observando que o paciente 1 participa das intervenções da camada RTI-2 o que pode haver influenciado sua melhora.

Em resumo, a análise dos dados correspondentes aos pacientes que participam da intervenção usando a leitura oral de textos adequados a cada ano escolar tem um progresso usando a abordagem RtI nas camadas RTI-2 e RTI-3. Ao comparar os graus de severidade tanto do sistema *fuzzy* e do escore z apontam na maioria dos casos uma melhora na leitura dos textos.

As discrepâncias encontradas ao comparar os graus de severidade gerados pelo sistema *fuzzy* e pela fórmula do escore z devem ser analisadas caso a caso. O resultado do escore z tem maior exatidão que o resultado do sistema *fuzzy*. No entanto os dois métodos apontam possíveis pacientes com dificuldades de leitura.

Observa-se também que existem pacientes que participam da intervenção nas duas camadas. Alguns destes pacientes apresentam melhorias e outros não. Esta melhoria no progresso da leitura oral de textos pode ser consequência de participar das intervenções das duas camadas. No entanto devem ser feitas outras pesquisas visando saber os fatores que ajudaram neste progresso.

Alguns pacientes que apresentaram atraso passaram por um segundo ciclo de avaliação, aprofundando a área psiquiátrica. Dois deles apresentavam quadros de bipolaridade e transtornos do espectro do autismo sendo, portanto, retirados dos critérios de avaliação para transtornos específicos de aprendizagem, segundo o DSM-5.

Capítulo 5

Conclusões e trabalhos futuros

Este capítulo tem como objetivo apresentar as conclusões deste trabalho.

Segundo DE AVILA [18], a natureza do processo de aprendizagem da leitura segue um andamento sequencial durante o qual as características do processo se modificam ao longo da escolarização: no início do processo o estudante aprende a ler, para, então, utilizar a leitura no aprendizado dos conteúdos acadêmicos cada vez mais sofisticados, específicos e complexos.

Para que a leitura decorra tranquilamente, pelo menos nos primeiros anos, a compreensão depende da fluência, assim como da qualidade da leitura (precisão, ler as palavras corretamente, sem adivinhações ou trocas) [17], quando não for assim, a leitura se torna uma atividade laboriosa e até penosa [20], podendo desenvolver consequências indesejadas nos leitores, como, defasagem escolar, perda do prazer de ler, baixo rendimento em disciplinas que dependam da leitura e baixa autoestima.

Esta interferência na aprendizagem da leitura é denominada de dislexia. A dislexia é um transtorno específico de leitura caracterizada pelas dificuldades na decodificação de palavras simples e reflete uma habilidade de processamento fonológico insuficiente [34], afeta o normal desenvolvimento da leitura.

Nesse contexto, o leitor disléxico, apesar de conseguir interpretar textos oralmente, frequentemente a precisão e/ou a fluência de leitura estão alterados, prejudicando, secundariamente, a interpretação de textos lidos, o que pode afetar toda a escolaridade [17] e como consequência causa uma defasagem no âmbito intelectual e social.

Para tentar identificar as interferências no processo normal de aprendizagem da leitura usa-se o manual DSM-5, o qual fornece critérios de diagnóstico e classificação dos transtornos específicos de leitura e escrita. Este manual é uma fonte de consulta segura e cientificamente embasada sobre diagnósticos usados na prática clínica e em aplicações de pesquisa sobre transtornos da aprendizagem.

Usando os critérios do DSM-5, o desempenho dos leitores disléxicos pode ser delimitado em três possíveis níveis de severidade: leve (-1), moderado (-2), e grave (-3). Estes níveis de severidade são denominados de graus de severidade.

Com base nesta escala diagnóstica sobre transtornos específicos de leitura, podem-se propor abordagens ou estratégias para monitorar a intervenção com a finalidade de melhorar o desempenho na leitura. O DSM-5 propõe a abordagem de resposta à intervenção (RtI), como modelo de rastreamento e intervenção composto de três camadas.

Para realizar a intervenção nas camadas RTI-2 e RTI-3 são propostas tarefas de leitura oral de textos especificamente escolhidos para cada ano escolar em duas etapas distintas, propondo atividades acadêmicas diversificadas e diferenciadas propostas pelos especialistas entre as etapas.

Com a finalidade de monitorar o desempenho dos leitores disléxicos foi proposto o desenvolvimento de uma ferramenta computacional. Para conseguir atingir este objetivo foram desenvolvidos módulos para a leitura oral de textos nas camadas RTI-2 e RTI-3 da abordagem RtI, e módulos para calcular os graus de severidade correspondentes ao desempenho da leitura oral usando tanto um sistema *fuzzy* quanto o método estatístico escore z.

A partir dos experimentos das camadas RTI-2 e RTI-3 do modelo RtI podem ser apontados ganhos, pois, ao se comparar as avaliações antes e depois da intervenção usando textos de leitura oral, verificou-se uma melhora nos parâmetros de velocidade de leitura em palavras por minuto.

Os resultados obtidos nos experimentos nas camadas RTI-2 e RTI-3 deste trabalho mostram que a ferramenta proposta fornece suporte para os especialistas monitorarem o progresso dos leitores disléxicos, confirmarem a hipótese diagnóstica, bem como repensar o diagnóstico caso as respostas não sejam as esperadas.

As dificuldades de aprendizagem são o resultado de fatores heterogêneos, nem todos bem conhecidos, no entanto, são capazes de alterar as chances de aprendizagem de uma pessoa. Nesta perspectiva, um instrumento que possa fazer o acompanhamento de forma sistematizada, tanto na identificação precoce, quanto no diagnóstico das dificuldades de aprendizagem, torna-se de grande valia. O trabalho proposto é uma alternativa que pode auxiliar ao especialista nesta intervenção monitorada.

A escassez de pesquisas nesta área aponta a relevância deste trabalho, que, mesmo com ganhos pequenos, destaca a importância de ampliar o número de pesquisas nacionais sobre o tema que podem contribuir trazendo respostas em relação ao sucesso nas habilidades de leitura.

A respeito de limitações do trabalho.

As limitações do modelo RtI podem ser apontadas nas instruções, pois não indica ou aponta possíveis estratégias a ser usadas nas intervenções. Neste sentido, a criação de um instrumento para que terapeutas, educadores e familiares possam usar para estimulação da leitura pode ser um importante trabalho futuro.

A respeito dos trabalhos futuros:

1. Testar o módulo de RTI-1 usando pacientes de uma sala de aula.
2. Desenvolver os módulos de escrita e matemática para integrar ao sistema.
3. Criar uma ferramenta de intervenção.

6. REFERÊNCIAS

- [1] American Psychiatric Association, *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5*, 5th ed. Porto Alegre: Artimed, 2014.
- [2] A. G. F. M. Regtvoort and A. Van Der Leij, “Early intervention with children of dyslexic parents: Effects of computer-based reading instruction at home on literacy acquisition,” *Learn. Individ. Differ.*, vol. 17, no. 1, pp. 35–53, 2007.
- [3] L. M. Correia, “Problematização das dificuldades de aprendizagem nas necessidades educativas especiais,” *Análise psicológica*, vol. 2, no. 22, pp. 369–376, 2004.
- [4] C. Silva and S. Capellini, “Desempenho de escolares com transtorno de aprendizagem em nomeação rápida e leitura,” in *Dislexia: Novos temas, novas perspectivas*, 2015, pp. 93–102.
- [5] J. Correa and G. Ramires, “Fluência de leitura: O que, por que e para que,” in *Dislexia: Novos temas, novas perspectivas*, 2015, pp. 141–149.
- [6] R. Mousinho, “Conhecendo a Dislexia,” *Revista SIMPRO - Rio*, Revista Simpro-Rio, Rio de Janeiro, pp. 26–33, Apr-2004.
- [7] C. Mangas and J. Sánchez, “A dislexia no ensino superior: características, consequências e estratégias de intervenção,” *Revista Ibero-americana de Educação*, vol. 7, pp. 1–14, 2010.
- [8] S. A. Capellini and T. L. B. C. Conrado, “Desempenho de escolares com e sem dificuldades de aprendizagem de ensino particular em habilidade fonológica, nomeação rápida, leitura e escrita,” *Rev. CEFAC*, vol. 11, no. suppl 2, pp. 183–193, 2009.
- [9] S. A. Capellini and T. L. B. Conrado, “Desempenho de escolares de ensino público com e sem dificuldade de aprendizagem em habilidade fonológica , nomeação rápida , leitura e escrita,” *Rev. CEFAC - Speech, Language, Hearing Sciences and Education Journal*, no. 2, São Paulo, 1994.
- [10] P. E. Tressoldi, C. Vio, and R. Iozzino, “Efficacy of an intervention to improve fluency in children with developmental dyslexia in a regular orthography.,” *J. Learn. Disabil.*, vol. 40, no. 3, pp. 203–209, 2007.
- [11] E. M. Marturano and L. C. Dos Santos, “Crianças com dificuldade de aprendizagem: um estudo de seguimento,” *Psicologia: Reflexão e Crítica*, vol. 12, no. 2, pp. 377–394, 1999.
- [12] Dicionário Online de Português, “Intervenção,” *Dicionário Online de Português*, 2017. [Online]. Available: <https://www.dicio.com.br/intervencao/>. [Accessed: 17-May-2017].
- [13] R. Mousinho and A. L. Navas, “Mudanças apontadas no DSM-5 em relação aos transtornos específicos de aprendizagem em leitura e escrita,” *Revista debates em psiquiatria*, Rio de Janeiro, pp. 30–46, 2016.
- [14] B. Silva, T. Luz, and R. Mousinho, “A eficácia das oficinas de estimulação em um modelo de resposta à intervenção,” *Revista de Psicopedagogia*, vol. 29, no.

88, pp. 15–24, 2012.

- [15] L. A. Zadeh, “Fuzzy Sets,” *Inf. Control*, vol. 353, no. 8, pp. 338–353, 1965.
- [16] L. M. Pereira, “A dislexia para além de estudos fonológicos: Rastreamento morfemas, letras e imagens,” Universidade Federal do Rio de Janeiro. Faculdade de Letras., 2015.
- [17] R. Mousinho, “Dislexia e Inclusão: Possibilidades de Adaptações Metodológicas e Avaliativas,” in *Temas em inclusão. Saberes e práticas*, 1st ed., U. / Synergia, Ed. Rio de Janeiro: Ed. Synergia, 2009, pp. 159–177.
- [18] C. R. B. De Avila, “Intervenção Fonoaudiológica nos Transtornos da Leitura,” in *Dislexia: Novos temas, novas perspectivas*, Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011, pp. 195–208.
- [19] J. Correa and M. MacLean, “Aprendendo a ler e a escrever: a narrativa das crianças sobre a alfabetização,” *Psicol. Reflexão e Crítica*, vol. 12, no. 2, pp. 273–286, 1999.
- [20] R. Mousinho and J. Correa, “O Desenvolvimento do Processamento Fonológico e da leitura do 1 ao 4 ano do Ensino Fundamental: Implicações para a Intervenção Precoce,” in *Dislexia: Novos temas, novas perspectivas*, Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011, pp. 71–93.
- [21] J. M. T. Vloedgraven and L. Verhoeven, “Screening of phonological awareness in the early elementary grades: An IRT approach,” *Ann. Dyslexia*, vol. 57, no. 1, pp. 33–50, 2007.
- [22] MEC, “Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica,” Brasília, 2001.
- [23] A. C. Machado and M. A. Almeida, “O modelo RTI - Resposta à intervenção como uma resposta inclusiva para escolares com dificuldades em leitura e escrita,” *Revista Psicopedagogia*, vol. 31, no. 95, São Paulo, pp. 130–143, 2014.
- [24] A. C. Machado and M. A. Almeida, “Desempenho em tarefas de leitura por meio do modelo RTI: resposta à intervenção em escolares do ensino público,” *Revista Psicopedagogia*, vol. 29, no. 89, São Paulo, pp. 208–214, 2012.
- [25] M. T. M. Fukuda, “Modelo de Resposta à Intervenção (RTI) para desenvolvimento das habilidades fonológicas com tutoria instrucional em contexto escolar: elaboração e controle de eficácia,” Universidade Estadual Paulista, 2016.
- [26] J. Zavaleta, J. R. Mácaro C, S. M. Serra da Cruz, M. Manhães, L. A. Carvalho, and R. Mousinho, “DysDTool : Uma Ferramenta Inteligente para a Avaliação e Intervenção no Apoio ao Diagnóstico da Dislexia,” in *CSBC (2012) XXXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação: XII Workshop de Informática Médica (WIM 2012)*, 2012.
- [27] C. L. Polese, G. M. T. Da costa, and G. P. Miechuanski, “Dislexia: Um novo olhar,” *REI: Revista de Educação do Ideau*, vol. 6, Porto Alegre, RS, pp. 2–23, Jul-2011.
- [28] J. Gayán, “La evolución del estudio de la dislexia,” *Anu. Psicol.*, vol. 32, no. 1, pp. 3–30, 2001.

- [29] R. I. Nicolson, “The dyslexia ecosystem,” *Dyslexia*, vol. 8, no. 2, pp. 55–66, 2002.
- [30] L. S. Siegel, “Perspectives on dyslexia,” *Paediatr. Child Health*, vol. 11, no. 9, pp. 581–587, Nov. 2006.
- [31] G. R. Lyon, S. E. Shaywitz, and B. A. Shaywitz, “A definition of dyslexia,” *Ann. Dyslexia*, vol. 53, no. 1, pp. 1–14, Jan. 2003.
- [32] R. Mousinho, “Aprendizagem escolar e suas dificuldades,” *O desafio de educar: Lidando com os problemas na aprendizagem e no comportamento*, Rio de Janeiro, pp. 9–17, May-2010.
- [33] H. Serra and M. Estrela, “Dislexia e Prturbações Associadas: Memória e Atenção,” *Cad. Estud. Nro. 5*, pp. 93–115, 2007.
- [34] J. R. Macário Costa, “Uma estratégia computacional na detecção da dislexia,” Universidade Federal de Rio de Janeiro, 2011.
- [35] A. C. S. Freitas, A. C. M. Autor, A. C. . S. Freitas, L. C. Araújo, and S. I. Andrade, “Transtornos de aprendizagem: Dislexia, um estudo de caso,” in *VI Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. VI CONNEPI*, 2011, pp. 1–10.
- [36] Previdência, “Tabelas - CID-10,” *Providência Social*, 2017. [Online]. Available: <http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/estatsticas/tabelas-cid-10/>. [Accessed: 24-Apr-2017].
- [37] Datasus, “CID 10,” *Portal da saúde*, 2017. [Online]. Available: <http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/cadastrros-nacionais/cid-10>. [Accessed: 24-Apr-2017].
- [38] Á. C. Araújo and F. L. Neto, “A Nova Classificação Americana Para os Transtornos Mentais – o DSM-5,” *Rev. Bras. Ter. Comport. e Cogn.*, vol. XVI, no. 1, pp. 67–82, 2014.
- [39] A. L. G. Navas, “Annual research review: The nature and classification of reading disorders - A commentary on proposals for DSM-5,” *Rev. Bras. Fonoaudiol.*, vol. 17, no. 3, pp. 370–371, 2012.
- [40] S. E. Shaywitz, R. Morris, and B. A. Shaywitz, “The Education of Dyslexic Children from Childhood to Young Adulthood,” *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 59, no. 1, pp. 451–475, Jan. 2008.
- [41] L. M. Alves, C. M. Siqueira, and M. do C. M. Ferreira, “Reflexões acerca da intervenção para ganho de fluência e compreensão na leitura,” *Revista do Sinpro - Suplementos on-line: Desafio de Educar*, Rio de Janeiro, 2015.
- [42] S. Puliezi, “Fluência e compreensão na leitura de textos : um estudo com crianças do 4º ano do ensino fundamental,” Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2015.
- [43] J. C. Ziegler and U. Goswami, “Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading Across Languages: A Psycholinguistic Grain Size Theory.,” *Psychol. Bull.*, vol. 131, no. 1, pp. 3–29, 2005.
- [44] P. Teles, “Dislexia : Como identificar? Como intervir ?,” *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, vol. 20, pp. 713–730, Nov-2004.

- [45] P. H. K. Seymour, "Early Reading Development in European Orthographies," in *The Science of Reading: A Handbook*, M. J. Snowling and C. Hulme, Eds. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 2004, pp. 296–315.
- [46] A. G. F. P. da Silveira, "Fluência e precisão da leitura: avaliação e desenvolvimento," Lisboa, 2012.
- [47] J. M. FLETCHER, "Dyslexia: The evolution of a scientific concept," *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, vol. 15, no. 4, p. 501, Jul. 2009.
- [48] F. Vlachos, E. Avramidis, G. Dedousis, M. Chalmpe, I. Ntalla, and M. Giannakopoulou, "Prevalence and Gender Ratio of Dyslexia in Greek Adolescents and Its Association with Parental History and Brain Injury," *Am. J. Educ. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–25, Jan. 2013.
- [49] MEC, "Dislexia - Ministério da Educação," 2017. [Online]. Available: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/32256>. [Accessed: 04-May-2017].
- [50] M. Huc-Chabrolle, M.-A. Barthez, G. Tripi, C. Barthélémy, and F. Bonnet-Brilhault, "Les troubles psychiatriques et psychocognitifs associés à la dyslexie de développement : un enjeu clinique et scientifique," *Encephale.*, vol. 36, no. 2, pp. 172–179, Apr. 2010.
- [51] I. S. Fortes, "Prevalência de transtornos específicos de aprendizagem e sua associação com transtornos mentais da infância e adolescência do Estudo Epidemiológico de Saúde Mental do Escolar Brasileiro - INPD," Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- [52] I. Smythe, "Dyslexia," *Br. J. Hosp. Med.*, vol. 72, no. 1, pp. 39–43, 2011.
- [53] D. T. Coelho, "Dislexia, Disgrafia, Disortografia e Discalculia," *Perspect. Sociológicas e Educ. em Estud. da Criança As marcas das dialogicidades luso-brasileira*, pp. 565–581, 2012.
- [54] A. S. Santos, "Aprendizagem da leitura e da escrita em português europeu numa perspectiva trans-linguística," Universidade do Porto, 2005.
- [55] J. P. C. da Cunha, "Análise e Intervenção em Problemáticas Específicas de Leitura," Universidade de Nova Lisboa, 2010.
- [56] PD, "Prevalência da Dislexia," *Portal da Dislexia*, 2017. [Online]. Available: <https://dislexia.pt/prevalencia/>. [Accessed: 04-May-2017].
- [57] A. P. Vale, A. Sucena, and F. Viana, "Prevalência da dislexia entre crianças do 1.º ciclo do ensino básico falantes do português europeu," *Revista Lusofona de Educacao*, no. 18, pp. 45–56, 2011.
- [58] ABCD, "Instituto ABCD," *Quem somos*, 2017. [Online]. Available: <http://www.institutoabcd.org.br/quem-somos/>. [Accessed: 05-May-2017].
- [59] Ibneq, "I Encontro em Desenvolvimento Infantil: Da neuropsicologia às políticas públicas. IBNequinho - Rio 2013," in *Anais I Encontro em Desenvolvimento Infantil: da neuropsicologia às políticas públicas*, 2013.
- [60] Aurélio, "Intervenção," *Dicionario Aurélio Online*, 2017. [Online]. Available: <https://dicionarioaurelio.com/intervencao>. [Accessed: 17-May-2017].
- [61] M. F. Damiani, R. S. Rochefort, R. F. De Castro, M. R. Dariz, and S. S. Pinheiro,

- “Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica,” *Cad. Educ.*, no. 45, pp. 57–67, May 2013.
- [62] Portal Educação, “O que são intervenções pedagógicas?,” *Portal Educação*, 2017. [Online]. Available: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/pedagogia/o-que-sao-intervencoes-pedagogicas/45449>. [Accessed: 17-May-2017].
- [63] O. V. C. A. Andrade, P. E. Andrade, and S. A. Capellini, “Caracterização do Perfil Cognitivo-Linguístico de Escolares com Dificuldades de Leitura e Escrita,” *Psicol. Reflexão e Crítica*, vol. 27, no. 2, pp. 358–367, 2014.
- [64] E. M. Mesmer and H. A. E. Mesmer, “Response to Intervention (RTI): What Teachers of Reading Need to Know,” *Read. Teach.*, vol. 62, no. 4, pp. 280–290, Dec. 2008.
- [65] J. E. Jiménez, “Response to Intervention (RtI) model: A promising alternative for identifying students with learning disabilities?,” *Psicothema*, vol. 22, no. 4, pp. 932–934, 2010.
- [66] M. Spencer, R. K. Wagner, C. Schatschneider, J. Quinn, D. Lopez, and Y. Petscher, “Incorporating RTI in a Hybrid Model of Reading Disability,” *Learn. Disabil. Q.*, vol. 37, no. 3, pp. 161–171, 2014.
- [67] R. J. Wedl, “Response to Intervention: An alternative to traditional eligibility criteria for students with disabilities,” Minnesota, 2005.
- [68] National Center on Response to Intervention (NCRTI), “Essential Components of RTI – A Closer Look at Response to Intervention,” Washington, DC, 2010.
- [69] W. N. Bender and C. F. Shores, “Response to Intervention,” in *Response to Intervention: A Practical Guide for Every Teacher*, Corwin Press, Inc., 2007, pp. 1–16.
- [70] M. Burns and K. Gibbons, “Response-to-Intervention: What It Is and Why We Do It,” in *Implementing Response-to-Intervention in Elementary and Secondary Schools: Procedures to Assure Scientific-Based Practices*, 2nd ed., New York: Taylor & Francis Group, LLC, 2012, pp. 1–16.
- [71] P. Block, “A new way of thinking,” in *Simplifying response to intervention : four essential guiding principles*, Bloomington, IN: Solution Tree Press, 2012, pp. 1–14.
- [72] V. Buysse and E. Peisner-Feinberg, “Recognition & Response: Response to Intervention for PreK,” *Young Except. Child.*, vol. 13, no. 4, pp. 2–13, Sep. 2010.
- [73] L. Fox, J. Carta, P. S. Strain, G. Dunlap, and M. L. Hemmeter, “Response to Intervention and the Pyramid Model,” *Infants Young Child.*, vol. 23, no. 1, pp. 3–13, Jan. 2010.
- [74] E. Johnson, D. F. Mellard, D. Fuchs, and M. A. McKnight, *Responsiveness to intervention: How to do it*. Lawrence, KS, 2006.
- [75] National Research Center on Learning Disabilities (NRCLD), “Responsiveness to Intervention in the SLD Determination Process,” Lawrence, KS, 2007.
- [76] S. R. Jimerson, M. K. Burns, and A. M. VanDerHeyden, “Handbook of Response to Intervention: The Science and Practice of Assessment and Intervention,” in

- Handbook of Response to Intervention The Science and Practice of Assessment and Intervention*, S. R. Jimerson, M. K. Burns, and A. M. VanDerHeyden, Eds. New York, NY. USA: Springer Science & Business Media, 2007, p. 467.
- [77] C. R. Greenwood, J. J. Carta, J. Atwater, H. Goldstein, R. Kaminski, and S. McConnell, "Is a Response to Intervention (RTI) Approach to Preschool Language and Early Literacy Instruction Needed?," *Topics Early Child. Spec. Educ.*, vol. 33, no. 1, pp. 48–64, May 2013.
- [78] K. McIntosh, L. D. MacKay, T. Andreou, J. A. Brown, S. Mathews, C. Gietz, and J. L. Bennett, "Response to Intervention in Canada: Definitions, the Evidence Base, and Future Directions," *Can. J. Sch. Psychol.*, vol. 26, no. 1, pp. 18–43, Mar. 2011.
- [79] S. Berkeley, W. N. Bender, L. Gregg Peaster, and L. Saunders, "Implementation of Response to Intervention: A Snapshot of Progress," *J. Learn. Disabil.*, vol. 42, no. 1, pp. 85–95, Nov. 2009.
- [80] M. Gettinger and K. Stoiber, "Applying a Response-to-Intervention Model for Early Literacy Development in Low-Income Children," *Topics Early Child. Spec. Educ.*, vol. 27, no. 4, pp. 198–213, Feb. 2008.
- [81] WDE, "A Model Response to Intervention (RtI) Framework to Identify Students with Specific Learning Disabilities," Wyoming, 2011.
- [82] R. Gersten, D. Compton, C. M. Connor, J. Dimino, L. Santoro, S. Linan-Thompson, and W. D. Tilly, "Assisting Students Struggling with Reading: Response to Intervention (RtI) and Multi-Tier Intervention in the Primary Grades (NCEE 2009-4045)," National Center for Education Evaluation and Regional Assistance. Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education, Washington, DC, 2008.
- [83] C. R. Greenwood, T. Bradfield, R. Kaminski, M. Linas, J. J. Carta, and D. Nylander, "The Response to Intervention (RTI) Approach in Early Childhood," *Focus. Except. Child.*, vol. 43, no. 9, pp. 1–21, 2011.
- [84] V. Buysse, E. S. Peisner-Feinberg, E. Soukakou, D. R. LaForett, A. Fetting, and J. M. Schaaf, "Recognition & Response: A Model of Response to Intervention to Promote Academic Learning in Early Education," in *Handbook of response to intervention in early childhood*, V. Buysse and E. S. Peisner-Feinberg, Eds. Baltimore: Brookes Publishing Company, 2013.
- [85] W. D. Tilly, "The Evolution of School Psychology to Science-Based Practice: Problem Solving and the Three-Tiered Model," in *Best practices in school psychology V*, A. Thomas and J. P. Grimes, Eds. Bethesda, MD: National Association of School Psychologists, 2008, pp. 17–36.
- [86] S. Vaughn and J. M. Fletcher, "Response to Intervention With Secondary School Students With Reading Difficulties," *J. Learn. Disabil.*, vol. 45, no. 3, pp. 244–256, May 2012.
- [87] C. R. Ball and B. A. Trammell, "Response-to-intervention in high-risk preschools: Critical issues for implementation," *Psychol. Sch.*, vol. 48, no. 5, pp. 502–512, May 2011.
- [88] E. T. Barge, "Eacher empowerment in the implementation of response to

intervention: a case study,” Liberty University, 2012.

- [89] K. K. Tackett, G. Roberts, S. Baker, and N. Scammacca, “Implementing response to intervention: Practices and Perspectives from five Schools. Frequently Asked Questions,” Portsmouth, NH, 2009.
- [90] L. S. Hawken, C. G. Vincent, and J. Schumann, “Response to Intervention for Social Behavior: Challenges and Opportunities,” *J. Emot. Behav. Disord.*, vol. 16, no. 4, pp. 213–225, Apr. 2008.
- [91] L. S. Fuchs and D. Fuchs, “A Model for Implementing Responsiveness to Intervention,” *Teach. Except. Child.*, vol. 39, no. 5, pp. 14–20, May 2007.
- [92] J. M. Fletcher and S. Vaughn, “Response to Intervention: Preventing and Remediating Academic Difficulties,” *Child Dev. Perspect.*, vol. 3, no. 1, pp. 30–37, Apr. 2009.
- [93] R. P. de Almeida, C. J. M. de T. Piza, T. da S. G. Cardoso, and M. C. Miranda, “Prevenção e remediação das dificuldades de aprendizagem: adaptação do modelo de resposta à intervenção em uma amostra brasileira,” *Rev. Bras. Educ.*, vol. 21, no. 66, pp. 611–630, Sep. 2016.
- [94] J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, and E. Mizutani, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*, 1st ed. Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [95] L. H. Tsoukalas and R. E. Uhrig, *Fuzzy and Neural Approaches in Engineering*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [96] B. Kosko, *Fuzzy engineering*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [97] J. Jantzen, “Tutorial on fuzzy logic,” *Curso on-line de Fuzzy*, vol. 1998, no. 98, pp. 1–20, 1998.
- [98] J. M. J. Mendel, “Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial,” *Proc. IEEE*, vol. 83, no. 9408047, pp. 345–377, 1995.
- [99] J. Yen and R. Langari, *Fuzzy logic: intelligence, control, and information*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1998.
- [100] T. Munakata and Y. Jani, “Fuzzy systems: an overview,” *Commun. ACM*, vol. 37, no. 3, pp. 68–76, Mar. 1994.
- [101] Y. L. Y. Li, P. Musilek, and L. Wyard-Scott, “Fuzzy logic in agent-based game design,” *IEEE Annu. Meet. Fuzzy Information, 2004. Process. NAFIPS '04.*, vol. 2, pp. 1–6, 2004.
- [102] J. M. Mendel and W. E. Combs, “Comments on ‘Combinatorial rule explosion eliminated by a fuzzy rule configuration’ [with reply],” *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 7, no. 3, pp. 369–373, Jun. 1999.
- [103] S. O. Rezende, *Sistemas inteligentes: fundamentos e aplicações*. Barueri, SP: Editora Manole Ltda, 2005.
- [104] N. M. De Reus, “Assessment of benefits and drawbacks of using fuzzy logic, especially in fire control systems (No. FEL-93-A158),” FYSISCH EN ELEKTRONISCH LAB TNO THE HAGUE (NETHERLANDS), 1994.
- [105] R. W. Thatcher, C. J. Biver, and D. M. North, “History and Technical

- Foundations of Z score EEG feedback,” in *Z score neurofeedback: Clinical applications*, R. W. Tatcher and J. F. Lubar, Eds. Academic Press, 2014.
- [106] S. M. B. Correa, *Probabilidade e estatística*, 2nd ed. Belo Horizonte, MG: PUC Minas Virtual, 2003.
- [107] RTIAN, “RTI Action Network,” *A Program of the National Center for Learning Disabilities*, 2017. [Online]. Available: <http://www.rtinetwork.org/>. [Accessed: 14-May-2017].
- [108] CRI, “Center on Response to Intervention,” 2017. [Online]. Available: <http://www.rti4success.org/>. [Accessed: 15-May-2017].
- [109] ASHA, “American Speech-Language-Hearing Association | ASHA,” 2017. [Online]. Available: <http://www.asha.org/default.aspx>. [Accessed: 14-May-2017].
- [110] NCLD, “NCLD - National Center for Learning Disabilities,” 2017. [Online]. Available: <http://www.ncl.org/>. [Accessed: 14-May-2017].
- [111] Wisconsin RtI Center, “Wisconsin RtI Center,” 2017. [Online]. Available: <http://www.wisconsinrticenter.org/>. [Accessed: 15-May-2017].
- [112] Oklahoma State Department of Education (OSDE), “Oklahoma Tiered Intervention System of Support (OTISS),” *Oklahoma Tiered Intervention System of Support (OTISS)*, 2017. [Online]. Available: <http://sde.ok.gov/sde/oklahoma-tiered-intervention-system-support-otiss>. [Accessed: 15-May-2017].
- [113] U. Texas, “Building RTI Capacity,” Texas, 2010.
- [114] LDA, “Learning Difficulties Australia (LDA),” *Response to Intervention*, 2017. [Online]. Available: <https://www.ldaustralia.org/response-to-intervention.html>. [Accessed: 15-May-2017].
- [115] E. S. Johnson, J. Pool, and D. R. Carter, “Screening for Reading Problems in an RTI Framework,” *RTI Action Network*, 2017. [Online]. Available: <http://www.rtinetwork.org/essential/assessment/screening/screening-for-reading-problems-in-an-rti-framework>. [Accessed: 17-May-2017].
- [116] R. Gersten and J. a Dimino, “RTI (Response to Intervention): Rethinking Special Education for Students with Reading Difficulties (Yet Again),” *Read. Res. Q.*, vol. 41, no. 1, pp. 99–108, 2006.
- [117] S. Al Otaiba, R. K. Wagner, and B. Miller, “‘Waiting to Fail’ Redux: Understanding Inadequate Response to Intervention,” *Learn. Disabil. Q.*, vol. 37, no. 3, pp. 129–133, Aug. 2014.
- [118] L. J. Dorn, K. Layton, and S. Bruce, “Response to Intervention: A Multi-Tiered System for Supporting Students with Reading Difficulties,” 2016.
- [119] S. Vaughn, C. A. Denton, and J. M. Fletcher, “Why intensive interventions are necessary for students with severe reading difficulties,” *Psychol. Sch.*, vol. 47, no. 5, p. n/a-n/a, 2010.
- [120] R. Gersten, S. Beckmann, B. Clarke, A. Foegen, L. Marsh, J. R. Star, and B. Witzel, “Assisting Students Struggling with Mathematics: Response to Intervention (RtI) for elementary and middle schools (NCEE 2009-4060),” Washington, DC, 2009.

- [121] S. Vaughn, J. M. Fletcher, D. J. Francis, C. A. Denton, J. Wanzek, J. Wexler, P. T. Cirino, A. E. Barth, and M. A. Romain, "Response to intervention with older students with reading difficulties," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 18, no. 3, pp. 338–345, Jul. 2008.
- [122] C. S. G. de Sousa, "O Modelo de Resposta à Intervenção no âmbito da promoção da expressão escrita," Universidade de Coimbra, 2013.
- [123] Pearson, "AimswEB," 2017. [Online]. Available: <http://www.aimswEB.com/>. [Accessed: 15-May-2017].
- [124] Intervention Central, "Intervention Central," *Response To Intervention: RTI Resources*, 2017. [Online]. Available: <http://www.interventioncentral.org/home>. [Accessed: 15-May-2017].
- [125] BRT Project, "easyCBM," *Response to Intervention made easy*, 2017. [Online]. Available: <https://www.easycbm.com/>. [Accessed: 15-May-2017].
- [126] American Institutes for Research (AIR), "National Center on Intensive Intervention," *Tools Charts*, 2017. [Online]. Available: <http://www.intensiveintervention.org/resources/tools-charts>. [Accessed: 15-May-2017].
- [127] PowerRTI, "Response To Intervention (RTI) Software," *Response To Intervention (RTI) Software*, 2017. [Online]. Available: <https://www.poweriep.com/products/powerrti/>. [Accessed: 17-May-2017].
- [128] RTITAC, "Intervention Tools," *Intervention tools charts*, 2017. [Online]. Available: <https://nysrti.org/intervention-tools/>. [Accessed: 17-May-2017].
- [129] CRTI, "Resources Center on Response to Intervention," *Resources*, 2017. [Online]. Available: <http://www.rti4success.org/resources>. [Accessed: 17-May-2017].
- [130] P. M. M. Okuda, "Intervenção e identificação precoce do transtorno do Desenvolvimento da coordenação em escolares no início da alfabetização," Universidade Estadual Paulista, 2015.
- [131] N. Pyle and S. Vaughn, "Remediating reading difficulties in a response to intervention model with secondary students," *Psychol. Sch.*, vol. 49, no. 3, pp. 273–284, Mar. 2012.
- [132] L. Fox, G. Dunlap, M. Hemmeter, G. Joseph, and P. Strain, "The teaching pyramid: A model for supporting social competence and preventing challenging behavior in young children," *Young Child.*, vol. 58, pp. 48–53, 2003.
- [133] L. Fox, J. Carta, P. S. Strain, G. Dunlap, and M. L. Hemmeter, "Response to Intervention and the Pyramid Model," *Infants Young Child.*, vol. 23, no. 1, pp. 3–13, Jan. 2009.
- [134] R. Mousinho, "Velocidade e compreensão de leitura textual oral e silenciosa ao longo do Ensino Fundamental," in *Dislexia: Novos Temas, Novas Perspectivas*, 1st ed., vol. III, Rio de Janeiro, RJ: Wak editora, 2015, pp. 165–179.
- [135] J. P. B. M. Pipa, "FuzyLab: Um sistema alternativo mais flexível de Inferência em Lógica Nebulosa," Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

Apêndice A. Textos para leitura

1. A folha das cores

Autor: Vera Noronha (adaptação). Número de Palavras: 113

Era uma vez um lápis que só gostava de trabalhar sozinho. Se a borracha se oferecia para consertar qualquer traço, ele ficava zangado. Se a régua tentava ajudar, ele a mandava embora. E se algum lápis-de-cor quisesse colorir o desenho, ele ficava furioso.

Um dia ele fez um desenho muito bonito e ficou tomando conta para ninguém mexer. Mas ficou cansado e dormiu.

Os lápis-de-cor aproveitaram e saíram pintando tudo.

E vieram as tintas, os pincéis, a régua, a borracha, cada um dando a sua colaboração.

O lápis acordou e, quando viu aquele desenho, ficou animadíssimo. Compreendeu que com a ajuda dos amigos o resultado do trabalho foi melhor.

Questões para interpretação de texto

1. Como o lápis gostava de trabalhar?
2. Por que o lápis ficava zangado?
3. O que aconteceu quando o lápis dormiu?
4. O que aconteceu quando o lápis acordou?
5. No final da história, o que ele achava sobre a ajuda dos amigos?

2. O acidente

Autor: Cocco E Hailer, 1995. Número de Palavras: 196

Numa noite, Dona Onça estava atravessando a estradinha de barro que cortava a mata onde morava, quando um jipe sem farol passou correndo e ... plaft! Atropelou com tudo a Dona Onça que ficou estendida de um lado da estrada, sem poder andar.

O dia devagarinho amanheceu, com sol brilhando atrás das árvores. Dona Onça desesperada gritava:

- Socorro! Socorro! Alguém me ajude!

Um macaco passava por lá e foi ver o que era aquele berreiro. Um tamanduá bandeira fingiu que não viu. A coruja acordou em pleno dia e ficou prestando atenção...

E assim, muitos animais foram aparecendo, mas ajudar? Que nada! Não queriam nem saber de chegar perto, porque tinham medo da braveza da onça e achavam que ela estava fingindo. Podia ser um truque...

E agora? Como ia ficar aquela situação?

A Onça chorava e berrava:

- Buááá! Buááá! Alguém tem que me ajudar... Socorro! Socorro!

Finalmente Dona Coruja, com muita calma e sabedoria, mandou um recado para o Doutor Tucano e sua enfermeira, Dona Ema, que vieram socorrer a coitada.

A bicharada ficou tranquila e até visitou a Dona Onça que, com essa estória toda, ficou um tempão com a perna engessada.

Questões para interpretação de texto

1. O que aconteceu com a Dona Onça?
2. O que aconteceu depois que ela foi atropelada?
3. Por que os animais não queriam chegar perto da Dona Onça?
4. Quem ajudou a Dona Onça?
5. Como ficou a Dona Onça depois disso?

3. As Travessuras de Afonsinho

Autor: Rocha, R. Número de Palavras: 727

Todas as tardes costumava passear com seu cãozinho de rodas pelas ruas do bairro.

Certa vez, num desses passeios, Afonsinho deu de encontro a um pequeno cãozinho de verdade preso num poste. Era um cão de raça, sem dúvida, e muito bem tratado. O cão devia pertencer a alguém muito rico, pois trazia na coleira uma inscrição em prata com o nome: “Charles”.

- Coitadinho - observou o menino – quem teve a coragem de deixá-lo assim sozinho... preso? E logo travou amizade com Charles. Ambos pareciam conhecer-se há muito tempo. O cãozinho abanava o rabo e lambia os pés de seu novo amigo como quem toma uma taça de sorvete.

Afonsinho sempre quisera ter um cãozinho daquele, mas não para prendê-lo daquela maneira. Pensou então em levá-lo consigo...

- Não, isso seria roubo - pensou.

- Quem sabe se o seu dono quisesse vendê-lo? Isso! Vou esperá-lo aqui. Mas logo perdeu o ânimo... – Um cãozinho desses deve custar muito caro ... não adianta esperar.

Bastou um gesto de Afonsinho para que Charles compreendesse que naquele momento perderia o amigo. E Charles chorou como nunca, parecia pedir que Afonsinho o levasse. O menino, que também não queria abandoná-lo, pensou o seguinte:

- Bem, quem deixa um cãozinho preso a um poste não se incomodará se o cãozinho for de brinquedo, assim não será um roubo, e sim uma “troca”.

Afonsinho libertou Charles de seu cativado e colocou em seu lugar o cãozinho de rodas que trazia consigo, nele pendurando a inscrição que era de Charles.

E lá foi Afonsinho para casa com um cãozinho de verdade no colo.

Ao chegar em casa, todos cobriram-lhe de perguntas: “Quem lhe deu esse cão?”, “Aonde o encontrou?” e outras perguntas de adulto...

Afonsinho então respondeu que uma fada havia transformado seu cãozinho de rodas num cãozinho de verdade. É claro que ninguém acreditou, e todos passaram a desconfiar dele...

Charles ganhou um novo nome: Chapisco.

Chapisco era mais unido a Afonsinho que à sua própria sombra... até futebol ele jogava!

Uma semana depois da “troca” surgiu um anúncio no jornal em letras graúdas: “Procura-se: cão de raça de pelo liso, cor-de-mel, que atende pelo nome de Charles. Paga-se bem a quem o encontrar. Urgente: O cão foi inscrito numa exposição de cães de luxo”.

Aquele anúncio explodiu como uma bomba na casa de Afonsinho, e fizeram-no prometer que no dia seguinte devolveria o cão ao seu antigo dono. Afonsinho teve de concordar, mas não aceitaria a recompensa porque ele não tinha querido “sequestrar” o cão e sim ser seu amigo.

À noite não conseguiu dormir. Ficou todo o tempo abraçado com Charles prolongando a despedida... mas de súbito, como um clarão, surgiu uma ideia na cabecinha marota de Afonsinho.

Afonsinho correu para o banheiro, pegou o tubo de “tintura para cabelos” da sua mãe, alguns rolinhos e mãos à obra! Tingiu o pelo de Chapisco de um marrom bem escuro e depois enrolou todo o pelo formando cachinhos miúdos. O coitado do cão perdeu todo o charme dos “pelos lisos cor-de-mel”!

Quando o dia ainda estava clareando Afonsinho foi para o seu quarto, bêbado de sono, acompanhado do seu fiel e transformado amigo.

Chegou a hora de ir devolver o cão. Afonsinho colocou Chapisco numa sacola e lá se foi...

Chegando à casa do dono de Charles, bateu à porta e um criado o atendeu.

- O que deseja garoto?

- Vim devolver o seu cão, li o anúncio no jornal e sei que hoje é o dia da exposição. E mostrou Chapisco, ou Charles, ao criado. Este, indignado, só faltou bater em Afonsinho...

- Está pensando o quê, que vai me enganar com este vira-latas para ganhar a recompensa? Pois não vai, não! Este não é o Charles. Olhe só esse pelo horrendo! Garanto que nem atende pelo nome de Charles, quer ver?

E o homem gritou o nome de Charles em vão, nem queria se lembrar dele.

- Fora daqui menino! Esse cão é seu, não é o nosso Charles!

Era isto mesmo que Afonsinho queria, e Chapisco também. O que diria quando chegasse em casa? Que uma bruxa o havia transformado? Se não acreditaram na primeira história não acreditariam na segunda. Diria a verdade e pronto!

Mesmo que lhe custasse algumas palmadas...

Chapisco era seu, não um objeto para exposição, mas um verdadeiro companheiro.

Questões de interpretação de texto

1. A onde o cãozinho estava preso?
2. Qual o novo nome do cãozinho?
3. Como os pais de Afonsinho descobriram que Chapisco era Charles?
4. Afonsinho devolveu Chapisco?
5. O que Afonsinho fez em Chapisco um dia antes de devolvê-lo?

*Rocha, R. As Travessuras de Afonsinho. São Paulo: Ática, 1980.

4. A grande novidade

Autor: Elias José. Número de Palavras: 248. Adaptado de “O furta-sono e outras histórias”. São Paulo: Atual, 1989.

Um dia, minha mãe me falou que a gente teria uma grande novidade em casa. Disse que seria bacana, joia, legal, maravilhoso. Mais do que ninguém, eu iria curtir a novidade. E descobri um dia que a novidade era um irmão ou irmã, já crescendo na barriga dela.

Passou um bom tempo, a mamãe ficou toda cheia. Queria até que eu escolhesse um nome pra novidade. Um não, dois. Um de mulher, outro de homem. Falou que eu seria o padrinho da novidade.

Uma tarde cheguei da escola e levei uma bruta susto: a mamãe estava no hospital; ia chegar a novidade!

Dois dias depois, o papai me chamou para ir com ele ao hospital. Eu ficaria esperando, enquanto ele apanhava a mamãe e a novidade. Estava vibrando e querendo conhecer a tal novidade.

Os dois chegaram perto do carro com a novidade e descobriram o rosto dela. Que decepção! Que novidade mais feia! Depois em casa, a novidade só sabia mamar, chorar e dormir e dormir. Uma chatice, a tal da novidade!

E logo ela ganhou nome. Fui padrinho e houve festa no dia do batizado. Depois a novidade foi crescendo, já engatinhava e soltava sons. Mais um pouquinho ficou de pé. Depois andou e danou a falar. Confesso que achava uma graça ficar pajeando a novidade. E não é que foi meu nome que ela falou primeiro!...

Depois, a novidade passou, e ganhei de fato um irmão. Como é joia ter um irmão!

Questões para interpretação de texto

1. O quê a mãe do menino falou para ele?
2. O que ele achou da novidade quando ela chegou a sua casa?
3. O menino já tinha outro ou outros irmãos ou era filho único?
4. Você acha que o menino gostou da novidade? Por quê?

5. Tutty, o terror das calças brancas

Autor: Ulisses Tavares. Número de Palavras: 420

[...] é bom pra cachorro ver alguém se aproximando com a calça imaculadamente branca. Tudo acontece em duas etapas.

Na primeira, eu fico quietinho, deitadinho, cara de quem não está nem aí, olhando o visitante, o incauto, a vítima (escolher aí como chamar meus parceiros de palco; por mim, encaro com o maior respeito, como colegas sem os quais minha performance não seria possível). Daí, quando ele chega mais perto, crente que está abafando com sua calça branca, admirada pelo cachorrinho que vos fala, lá vou eu como uma mola que se estica, rápido como um avião, surpreendente como um pernilongo que não canta avisando da picada. E, antes que ele possa se defender dou pelo menos meia dúzia de pulos certos (quando era mais jovem, chegava a uma dúzia em trinta segundos), não sem antes me certificar de que minhas patas estão bem molhadinhas ou, no mínimo, com um pouco de terra do jardim.

Claro que nem sempre dá certo. Já levei joelhada, tapas, gritos, e outros golpes baixos. Existem, além dos mal humorados, os meu tipos prediletos, aqueles que exigem técnicas e táticas especiais que descrevo a seguir:

O tipo que vira imediatamente de costas. Para esses, desenvolvi a minha barra rápida em 90°, que consiste em correr como se fosse pular pela frente, desviar no último instante e... carimbar a frente que ele virou para trás.

O tipo que me segura pela coleira antes que eu pule. Esse merece um truque genial: eu não reajo. Fico quietinho, ele segurando minha coleira, e eu abanando o rabinho com as patinhas dianteiras dobradas. Mal ele me solta, pensando que não há por que impedir um cachorrinho tão amistoso, lá vou eu com meu super pulo, um só, mas eficiente. Um só, porque não sou besta de deixar que ele, agora bravo por ter sido tão otário, me segure de novo.

O tipo que conhece o cachorro do Pedrinho. Com esse, tenho de rebolar para cumprir minha missão. Primeiro, porque ele não entra na casa, nem passa perto de mim, sem antes pedir ao Pedrinho que me prenda. Aí só me resta apelar e usar todos os meus dotes de ator pulatício internacional. Não reclamo, não lato, mas não desgrudo meu olhar tristonho do gajo, até que ele mesmo, cheio de culpa por ter mandado prender um

ção cheio de amor pra dar, peça para me soltarem um pouquinho. Em geral, na despedida. Pena que esse recurso não dê certo mais de três vezes.

*Ulisses Tavares. Só não venha de calça branca- Biografia autorizada de Tutty Antônio. São Paulo: Saraiva. 1999. In: Carpaneda, I.; Bragança, A. Porta Aberta- São Paulo: FTD. 2005. p. 53.

6. A velha contrabandista

Autor: Stanislaw Ponte Preta. Número de Palavras: 377

Diz que era uma velha que sabia andar de lambreta. Todo dia ela passava pela fronteira montada na lambreta, com um bruto saco atrás da lambreta. O pessoal da Alfândega – tudo malandro velho – começou a desconfiar da velhinha.

Um dia, quando ela vinha na lambreta com o saco atrás, o fiscal da Alfândega a mandou parar. A velhinha parou e então o fiscal perguntou assim para ela:

- Escuta aqui, vovozinha, a senhora passa por aqui todo dia, com esse saco aí atrás. Que diabo a senhora leva nesse saco?

A velhinha sorriu com os poucos dentes que lhe restavam e mais os outros, que ela adquirira no dentista, e respondeu:

- É areia!

Aí quem sorriu foi o fiscal. Achou que não era areia nenhuma e mandou a velhinha saltar da lambreta para examinar o saco. A velhinha saltou, o fiscal esvaziou o saco e dentro só tinha areia. Muito encabulado, ordenou que a velhinha fosse em frente. Ela montou na lambreta e foi embora com o saco de areia atrás.

Mas o fiscal ficou desconfiado ainda. Talvez a velhinha passasse um dia com areia e no outro com muamba, dentro daquele maldito saco. No dia seguinte, quando ela passou na lambreta com o saco atrás, o fiscal mandou parar outra vez. Perguntou que é que ela levava no saco e ela respondeu que era areia, uai! O fiscal examinou e era mesmo. Durante um mês seguido o fiscal interceptou a velhinha e, todas as vezes, o que ela levava no saco era areia.

Diz que foi aí que o fiscal se chateou:

- Olha vovozinha, eu sou fiscal da Alfândega com 40 anos de serviço. Manjo essa coisa de contrabando pra burro. Ninguém me tira da cabeça que a senhora é contrabandista.

- Mas no saco só tem areia! – insistiu a velhinha. E já ia tocar a lambreta, quando o fiscal propôs:

- Eu prometo à senhora que deixo a senhora passar. Não vou dar parte, não apreendo não conto nada a ninguém, mas a senhora vai me dizer: qual é o contrabando que a senhora está passando por aqui todos os dias?

- O senhor promete que não “espaia”? – quis saber a velhinha.

- Juro – respondeu o fiscal.

- É lambreta.

Questões para interpretação de texto

1. O que a velhinha carregava dentro do saco, para despistar o guarda?
2. O que o autor quis dizer com a expressão “tudo malandro velho”?
3. Explique com suas palavras qual foi o truque da velhinha para enganar o fiscal.
4. Quando a velhinha decidiu contar a verdade?
5. Qual é a grande surpresa da história?

7. O sonho dos ratos

Autor: Rubem Alves. Número de Palavras: 659

Era uma vez um bando de ratos que viviam no buraco do assoalho de uma casa velha. Havia ratos de todos os tipos: grandes e pequenos, pretos e brancos, velhos e jovens, fortes e fracos, da roça e da cidade.

Mas ninguém ligava para as diferenças, porque todos estavam irmanados em torno de um sonho comum: um queijo enorme, amarelo, cheiroso, bem pertinho dos seus narizes. Comer o queijo seria a suprema felicidade...

Bem pertinho é modo de dizer. Na verdade, o queijo estava imensamente longe, porque entre ele e os ratos estava um gato... O gato era malvado, tinha dentes afiados e não dormia nunca. Por vezes fingia dormir. Mas bastava que um ratinho mais corajoso se aventurasse para fora do buraco para que o gato desse um pulo e, era uma vez um ratinho... Os ratos odiavam o gato.

Quanto mais o odiavam mais irmãos se sentiam. O ódio a um inimigo comum os tornava cúmplices de um mesmo desejo: queriam que o gato morresse ou sonhavam com um cachorro... (176)

Como nada pudessem fazer, reuniram-se para conversar. Faziam discursos, denunciavam o comportamento do gato (não se sabe bem para quem), e chegaram mesmo a escrever livros com a crítica filosófica dos gatos. Diziam que um dia chegaria em que os gatos seriam abolidos e todos seriam iguais. “Quando se estabelecer a ditadura dos ratos”, diziam os camundongos, “então todos serão felizes”...

– O queijo é grande o bastante para todos, dizia um.

– Socializaremos o queijo, dizia outro.

Todos batiam palmas e cantavam as mesmas canções.

Era comovente ver tanta fraternidade. Como seria bonito quando o gato morresse! Sonhavam. Nos seus sonhos comiam o queijo. E quanto mais o comiam, mais ele crescia. Porque esta é uma das propriedades dos queijos sonhados: não diminuem: crescem sempre. E marchavam juntos, rabos entrelaçados, gritando: “o queijo, já!”.

Sem que ninguém pudesse explicar como, o fato é que, ao acordarem, numa bela manhã, o gato tinha sumido. O queijo continuava lá, mais belo do que nunca. Bastaria

dar uns poucos passos para fora do buraco. Olharam cuidadosamente ao redor. Aquilo poderia ser um truque do gato. Mas não era. O gato havia desaparecido mesmo.

Chegara o dia glorioso, e dos ratos surgiu um brado retumbante de alegria. Todos se lançaram ao queijo, irmanados numa fome comum. E foi então que a transformação aconteceu.

Bastou a primeira mordida. Compreenderam, repentinamente, que os queijos de verdade são diferentes dos queijos sonhados. Quando comidos, em vez de crescer, diminuem.

Assim, quanto maior o número dos ratos a comer o queijo, menor o naco para cada um. Os ratos começaram a olhar uns para os outros como se fossem inimigos. Olharam, cada um para a boca dos outros, para ver quanto do queijo haviam comido. E os olhares se enfureceram.

Arreganharam os dentes. Esqueceram-se do gato. Eram seus próprios inimigos. A briga começou. Os mais fortes expulsaram os mais fracos a dentadas. E, ato contínuo, começaram a brigar entre si.

Alguns ameaçaram chamar o gato, alegando que só assim se restabeleceria a ordem. O projeto de socialização do queijo foi aprovado nos seguintes termos:

“Qualquer pedaço de queijo poderá ser tomado dos seus proprietários para ser dado a os ratos magros, desde que este pedaço tenha sido abandonado pelo dono”.

Mas como rato algum jamais abandonou um queijo, os ratos magros foram condenados a ficar esperando. Os ratinhos magros, de dentro do buraco escuro, não podiam compreender o que havia acontecido.

O mais inexplicável era a transformação que se operara no focinho dos ratos fortes, agora donos do queijo. Tinham todo o jeito do gato, o olhar malvado, os dentes à mostra.

Os ratos magros nem mais conseguiam perceber a diferença entre o gato de antes e os ratos de agora. E compreenderam, então, que não havia diferença alguma. Pois todo rato que fica dono do queijo vira gato. Não é por acidente que os nomes são tão parecidos.

“Qualquer semelhança com fatos reais é mera coincidência”.

Questões para interpretação de texto

1. O que motivou o desejo dos ratos pelo fim dos gatos?
2. O que aconteceu com o gato?
3. O que aconteceu entre os ratos quando eles tiveram o queijo todo para eles?
4. Por que os ratos ficaram parecidos com o gato depois disso?

* Rubem Alves. O sonho dos ratos. In: Estórias dos Bichos. 12^a ed. São Paulo, Loyola, 1989.

8. Enterro e futebol

Autor: Maria Luísa Silvestre. Número de Palavras: 445

Seu Onofre estava vai não vai há um bom tempo. A família encarava sua morte com uma certa aceitação porque dava pena o sofrimento daquele velhinho. Antes, tão alegre, expansivo, piadista de mão-cheia... De um ano para cá, a doença o definhava impiedosamente.

Vai não vai. Foi.

Valquíria, a filha caçula, embora soubesse que a doença do pai era incurável, encontrava-se em prantos. Arrasado de igual modo sentia-se Astrogildo, marido de Valquíria, pois, com tanto dia para o sogro morrer, tinha de ser quando o seu time do coração ia disputar a partida final do campeonato?

“Não é possível! Muito azar! Só pode ser a última piada do Seu Onofre”, dizia para si mesmo. E, lembrando que o sogro torcia para o outro time, chegou a pensar que o velho ia assistir ao jogo do além, rindo da cara dele. E ele, que idolatrava o seu time, estaria envolvido com o funeral. Afinal, tinha de dar apoio à sua esposa.

Matutou... e achou uma saída:

— Valquíria, querida, todos nós já sofremos muito. O seu pai, então, nem se fala. Agora ele está com Deus, tendo o descanso merecido. Sugiro abreviarmos o velório e marcarmos o enterro para mais cedo. Você não concorda, meu amor? O seu pai não era amigo de tristezas. Ele aprovaria esta decisão e...

— Não vai dar, Gil. Os nossos parentes do interior não conseguiriam chegar a tempo de ver o papai... o papai no... caixão. Buáááá!!!

Gil abraçou a esposa para consolá-la e se consolar. Definitivamente, não veria seu time sagrar-se campeão.

Felizmente, na hora de sair de casa, veio-lhe uma luz: acompanhar o jogo pelo celular com fone de ouvido.

E assim, foi ouvindo os pêsames dos parentes e amigos do falecido, os choros e lamentações, e o jogo de futebol. Tudo muito discretamente. Aliás, a sua cara era mesmo de tristeza já que a partida estava zero a zero e, se terminasse assim, a vitória seria do adversário. Gil sofria... sofria esperando um gol do seu time.

Já estavam no cemitério. Momentos finais de muita emoção: o caixão descia para a cova e o jogo chegava aos 44 minutos do 2º tempo. Valquíria chorava. Gil, “quase” chorava também.

Nisso, Gil gritou: Gol!

Todos olharam para ele, até os coveiros e o padre.

As mulheres voltaram a se concentrar no enterro. Mas os homens cercaram o Gil para saber do jogo:

— Quem marcou?

— Quanto tá o jogo?

Minto que foram só os homens. Uma mulher também correu até ele. Era Dona Cidinha, a irmã do morto, palmeirense roxa.

— Foi gol do Palmeiras, não foi? Diga que foi, senão mais um vai ser enterrado aqui hoje — ameaçava ela, apertando o braço do assustado Gil.

Questões para interpretação do texto

1. Por que a morte do Seu Onofre contrariou demais o genro?
2. Gil chega a pensar que o fato de morrer naquele dia tinha sido uma “piada” do sogro. O que o levou a essa hipótese?
3. Que ideia ele teve para poder assistir ao jogo?
4. Não dando certo o seu plano, ele arrumou um jeito para poder acompanhar o jogo. Qual?
5. Durante o velório e mesmo no cemitério, fica evidente o contraste entre aparência e essência nas atitudes do personagem Gil. Esclareça sobre isso.

*Silvestre, M. L. Enterro e Futebol. In SPOLIDORIO, J. Só para Maiores, 2012.

9. Caso de secretária

Autor: Carlos Drummond. Número de Palavras: 530

Foi trombudo para o escritório. Era dia de seu aniversário, e a esposa nem sequer o abraçara, não fizera a mínima alusão á data. As crianças também tinham se esquecido. Então era assim que a família o tratava?

Ele que vivia paraseus, que se arrebatava de trabalhar, não merecer um beijo, uma palavra ao menos!

Mas no escritório, havia flores à sua espera, sobre a mesa. Havia o sorriso e o abraço da secretária, que poderia muito bem ter ignorado o aniversário, e entretanto o lembrava. Era mais do que uma auxiliar, atenta, experimentada e eficiente, pé-de-boi da firma, como até então a considerara; era um coração amigo.

Passada a surpresa, sentiu-se ainda mais borocochô: o carinho da secretária não curava, abria mais a ferida. Pois então uma estranha se lembrava dele com tais requintes, e a mulher e os filhos, nada?

Baixou a cabeça, ficou rodando o lápis entre os dedos, sem gosto para viver.

Durante o dia, a secretária redobrou de atenções. Parecia querer consolá-lo, como se medisse toda sua solidão moral, o seu abandono. Sorria, tinha palavras amáveis, e o ditado da correspondência foi entremeado de suaves brincadeiras da parte dela.

- O Senhor vai comemorar em casa ou numa boate?

Engasgado, confessou-lhe que em parte nenhuma. Fazer anos é uma droga, ninguém gostava dele neste mundo, iria rodar por aí à noite, solitário, como o lobo da estepe.

- Se o senhor quisesse, podíamos jantar juntos - insinuou ela, discretamente.

E não é que podia mesmo? Em vez de passar uma noite besta, ressentida - o pessoal lá de casa pouco tá ligando - teria horas amenas, em companhia de uma mulher que - reparava agora - era bem bonita.

Daí por diante o trabalho foi nervoso, nunca mais que se fechava o escritório. Teve vontade de mandar todos embora, para que todos comemorassem o seu aniversário, ele principalmente. Conteve-se, no prazer ansioso da espera.

- Onde você prefere ir? - perguntou, ao saírem.

- Se não se importa, vamos passar primeiro em meu apartamento. Preciso trocar de roupa.

Ótimo, pensou ele;- faz-se a inspeção prévia do terreno, e, quem sabe?

- Mas antes quero um drinque, para animar - ele retificou.

Foram ao drinque, ele recuperou não só a alegria de viver e fazer anos, como começou a fazê-los pelo avesso, remoçando. Saiu bem mais jovem do bar, e pegou-lhe do braço.

No apartamento, ela apontou-lhe o banheiro e disse que o usasse sem cerimônia. Dentro de quinze minutos ele poderia entrar no quarto, não precisava bater - e o sorriso dele, dizendo isto, era uma promessa de felicidade.

Ele nem percebeu ao certo se estava arrumando ou se desarrumando, de tal modo os quinze minutos se atropelaram, querendo virar quinze segundos, no calor escaldante do banheiro e da situação. Liberto da roupa incômoda, abriu a porta do quarto. Lá dentro, sua mulher e seus filhinhos, em coro com a secretária, esperavam-no cantando “Parabéns pra você”.

Questões para interpretação do texto

1. Por que o homem foi trombado para o trabalho?
2. Por que ele passou a considerar a secretária como “um coração amigo”?
3. Por que o carinho da secretária "abria mais a ferida"?
4. Como o homem interpretou o convite da secretária?
5. Qual real motivo do convite da secretária?

*Drummond, C. Poesia e Prosa, Rio de Janeiro, Nova Aguilar, 1988.

Anexo B



Declaro que Jorge Juan Zavaleta Gavidia utilizou para sua tese de doutorado (COPPE-UFRJ) os dados do Projeto ELO: escrita, leitura e oralidade, através do subprojeto Ambulatório de Transtornos da Língua Escrita - diagnóstico, acompanhamento e capacitação profissional, aprovado em julho de 2010 pelo CEP-INDC, sob o número diagnóstico, 09/2010, e renovado em 5/2013 na Universidade Federal do Rio de Janeiro, coordenado por mim.

Renata Mousinho



**UNIVERSIDADE
DO BRASIL**
UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE MEDICINA
Graduação em Fonoaudiologia



Universidade Federal Do Rio De Janeiro
Centro de Ciências da Saúde
**INSTITUTO DE NEUROLOGIA
DEOLINDO COUTO**

Anexo C

Regras do sistema fuzzy para Leitura.

1. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DZE) then (severidade is SZE) (1)
2. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP0) then (severidade is SZE) (1)
3. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN0) then (severidade is SML) (1)
4. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP2) then (severidade is SN1) (1)
5. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN2) then (severidade is SLE) (1)
6. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN2) then (severidade is SML) (1)
7. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN3) then (severidade is SLE) (1)
8. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN1) then (severidade is SZE) (1)
9. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN1) then (severidade is SML) (1)
10. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP1) then (severidade is SN0) (1)
11. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN3) then (severidade is SMM) (1)
12. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP3) then (severidade is SN0) (1)
13. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP3) then (severidade is SN1) (1)
14. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN4) then (severidade is SMM) (1)
15. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN3) then (severidade is SMM) (1)
16. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN2) then (severidade is SLE) (1)
17. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN1) then (severidade is SML) (1)
18. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DP1) then (severidade is SN0) (1)
19. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN5) then (severidade is SLG) (1)
20. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN3) then (severidade is SLG) (1)
21. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN1) then (severidade is SMM) (1)
22. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN3) then (severidade is SLE) (1)
23. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN0) then (severidade is SN0) (1)
24. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DP2) then (severidade is SN1) (1)

25. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN5) then (severidade is SGR) (1)
26. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN0) then (severidade is SZE) (1)
27. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DN1) then (severidade is SN0) (1)
28. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN5) then (severidade is SMO) (1)
29. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN5) then (severidade is SLG) (1)
30. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN3) then (severidade is SMM) (1)
31. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN2) then (severidade is SLE) (1)
32. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN3) then (severidade is SLE) (1)
33. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN4) then (severidade is SMM) (1)
34. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN1) then (severidade is SLE) (1)
35. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN1) then (severidade is SML) (1)
36. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN3) then (severidade is SMO) (1)
37. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN6) then (severidade is SGR) (1)
38. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN4) then (severidade is SMO) (1)
39. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN0) then (severidade is SZE) (1)
40. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DP1) then (severidade is SN0) (1)
41. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN7) then (severidade is SGR) (1)
42. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN5) then (severidade is SLG) (1)
43. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN3) then (severidade is SLE) (1)
44. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN7) then (severidade is SGR) (1)
45. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN2) then (severidade is SLE) (1)
46. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN1) then (severidade is SML) (1)
47. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN6) then (severidade is SGR) (1)
48. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN5) then (severidade is SLG) (1)
49. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN4) then (severidade is SMO) (1)
50. If (escolaridade is ES5) and (desvio is DN3) then (severidade is SMM) (1)
51. If (escolaridade is ES6) and (desvio is DN7) then (severidade is SGR) (1)

52. If (escolaridade is ES6) and (desvio is DN1) then (severidade is SML) (1)
53. If (escolaridade is ES6) and (desvio is DN3) then (severidade is SMM) (1)
54. If (escolaridade is ES6) and (desvio is DN6) then (severidade is SGR) (1)
55. If (escolaridade is ES6) and (desvio is DN5) then (severidade is SLG) (1)
56. If (escolaridade is ES6) and (desvio is DP0) then (severidade is SN0) (1)
57. If (escolaridade is ES6) and (desvio is DP0) then (severidade is SZE) (1)
58. If (escolaridade is ES7) and (desvio is DN4) then (severidade is SLG) (1)
59. If (escolaridade is ES7) and (desvio is DN3) then (severidade is SMO) (1)
60. If (escolaridade is ES7) and (desvio is DN3) then (severidade is SMM) (1)
61. If (escolaridade is ES7) and (desvio is DN2) then (severidade is SLE) (1)
62. If (escolaridade is ES7) and (desvio is DN1) then (severidade is SML) (1)
63. If (escolaridade is ES8) and (desvio is DN7) then (severidade is SMG) (1)
64. If (escolaridade is ES8) and (desvio is DN6) then (severidade is SGR) (1)
65. If (escolaridade is ES8) and (desvio is DP4) then (severidade is SN2) (1)
66. If (escolaridade is ES8) and (desvio is DP5) then (severidade is SN3) (1)
67. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DP4) then (severidade is SN2) (1)
68. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DP5) then (severidade is SN3) (1)
69. If (escolaridade is ES3) and (desvio is DP5) then (severidade is SN2) (1)
70. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DN0) then (severidade is SZE) (1)
71. If (escolaridade is ES2) and (desvio is DP0) then (severidade is SN0) (1)
72. If (escolaridade is ES4) and (desvio is DN0) then (severidade is SML) (1)