



APLICAÇÃO DE LÓGICA FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE EGRESSOS DE
UM SISTEMA EDUCACIONAL - O CASO "PROJETO TRAVESSIA" NO
ESTADO DE PERNAMBUCO

Luiz Eduardo Netto Sá Fortes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Rio de Janeiro
Dezembro de 2015

APLICAÇÃO DE LÓGICA FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE EGRESSOS DE
UM SISTEMA EDUCACIONAL - O CASO "PROJETO TRAVESSIA" NO
ESTADO DE PERNAMBUCO

Luiz Eduardo Netto Sá Fortes

DISSERTAÇÃO 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 MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. Cláudio Henrique dos Santos Grecco, D.Sc.

Prof. Francisco Antonio de Moraes Aciolli Doria, D.Sc.

Prof. Paulo de Oliveira Reis Filho, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

DEZEMBRO DE 2015

Fortes, Luiz Eduardo Netto Sá

Aplicação de Lógica Fuzzy para Avaliação de Egressos de um Sistema Educacional - O Caso "Projeto Travessia" no Estado de Pernambuco/Luiz Eduardo Netto Sá Fortes. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

XIII, 72 p.: il.; 29, 7cm.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Produção, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 72 – 72.

1. Educação.
 2. Lógica Fuzzy.
 3. Avaliação.
 4. Mensuração de Ativos Intangíveis.
- I. Cosenza, Carlos Alberto Nunes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

*Aos meus pais e mestres,
aos amigos.
À família pelos esforços.*

Agradecimentos

Agradeço aos meus Pais por me darem todas as oportunidades para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço ao meu orientador Carlos Cosenza e ao Professor Francisco Dória, pelos seus exemplos de vida e apoio.

À minha mulher e filhos que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e aguentando todos os momentos difíceis na construção desse trabalho.

Aos meus queridos amigos que me incentivaram no mestrado e ajudaram em todo o processo de elaboração desse trabalho, em especial a Paulo Reis, Antonio Morim, Fabio Krykhtine, Getulio Marques, Guilherme Weber, Gustavo Nunes e Vitor Rodrigues.

Ao meu amigo Jovelino Pires, pelo seu exemplo e apoio.

Aos funcionários do PEP e todas as pessoas que apoiaram diretamente ou indiretamente a conclusão deste trabalho.

À equipe da Gerência de Educação da Fundação Roberto Marinho - FRM

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

APLICAÇÃO DE LÓGICA FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE EGRESSOS DE
UM SISTEMA EDUCACIONAL - O CASO "PROJETO TRAVESSIA" NO
ESTADO DE PERNAMBUCO

Luiz Eduardo Netto Sá Fortes

Dezembro/2015

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Programa: Engenharia de Produção

O presente trabalho se insere num contexto de pesquisa científica de projetos socioeducacionais, com o desafio de desenvolver e desenhar uma modelagem de avaliação capaz de revelar o impacto de tais projetos em seus respectivos públicos-alvo.

O foco deste trabalho se concentra em um método qualitativo de avaliação usado no Projeto Telessalas da Fundação Roberto Marinho, que incorpora aspectos relativos à vida dos estudantes (nas dimensões pessoal, profissional, social, familiar e expectativa futura) que foram usados como elementos reveladores da transformação que o estudante percebe em sua vida ao sair do projeto, em comparação com o momento da entrada, 18 meses antes.

O formato de avaliação proposto foi desenvolvido sob a ótica inclusiva relacional, que analisa aspectos de similaridade existentes entre os diversos grupos avaliados, permitindo que um elemento estabeleça grau de pertencimento ou pertinência em diversos grupos de indicadores.

A lógica fuzzy permitiu desenvolver um modelo de avaliação em sinergia com a Metodologia Telessala e promover uma abordagem diferenciada dos paradigmas clássicos da avaliação.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

FUZZY LOGIC APPLICATION FOR EVALUATION OF EGRESS STUDENTS
FROM AN EDUCATIONAL SYSTEM: THE CASE OF "TRAVESSIA
PROJECT" AT PERNAMBUCO.

Luiz Eduardo Netto Sá Fortes

December/2015

Advisor: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Department: Production Engineering

This work fits in the context of scientific research of socio-educational projects with the challenge of developing and designing a modeling assessment can reveal the impact of such projects in their respective target audiences.

The focus of this article focuses on a qualitative assessment method used in the Project Telessalas of Roberto Marinho Foundation, which incorporates aspects of students lives (in personal, professional, social, family and future expectation dimensions) were used as revealing elements of transformation the student perceives in his life to leave the project, compared to the time of entry, 18 months before.

The proposed evaluation format was developed under the relational inclusive perspective, which examines aspects of differences between the different groups assessed similarity by allowing an element to establish the degree of belonging or relevance to different groups of indicators.

Fuzzy logic allowed developing an evaluation model in synergy with Telecurso Methodology and promoting a differentiated approach to the classic paradigms of evaluation.

Sumário

Agradecimentos	v
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xiii
1 Introdução	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Escopo	5
1.3 Objetivo	6
1.4 Justificativa	7
1.5 Aspectos Inovadores	8
1.6 Estrutura do Trabalho	9
2 Referencial Teórico	11
2.1 A Lógica Fuzzy	11
2.2 Aplicação de Lógica Fuzzy na Avaliação do Impacto de Projetos de Educação	14
2.2.1 Introdução	14
2.2.2 Aderência da Aplicação de Lógica Fuzzy em Processos de Ava- liação Multidimensional	15
2.2.3 Metodologia para Aplicação de Lógica Fuzzy	18
2.2.4 Criação de um Instrumento de Avaliação de Múltiplas Di- mensões	21
2.2.5 Ponderação do Nível de Experiência dos Especialistas	21
2.2.6 Processamento das Respostas do Grupo em Avaliação	26

2.2.7	Inferência dos Pesos dos Especialistas sobre as Respostas do Grupo em Avaliação	28
2.2.8	Considerações	30
3	 Materiais e Métodos	31
3.1	Referências pra a Criação da Metodologia	31
3.2	A Observação Participante	36
3.3	A Pesquisa-Ação	38
3.4	Metodologia para Mensuração do Impacto	39
3.5	Fundamentos Lógico-Matemáticos da Abordagem Fuzzy	44
3.6	Mas o que esses Números Fuzzy Realmente Representam?	49
3.7	Sistemática da Ação do Projeto	52
3.7.1	Imersão	53
3.7.2	Coleta	54
3.7.3	Tratamento	55
3.8	Resultados da Metodologia	55
4	 Resultados do Trabalho	59
5	 Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros	67
5.1	Conclusões	67
5.2	Sugestões para Trabalhos Futuros	69
6	 Referências Bibliográficas	70
	Referências Bibliográficas	72

Lista de Figuras

2.1	FLUXO 1 - Planejamento do Escopo da Pesquisa.	18
2.2	FLUXO 2 - Operacionalização da Coleta de Dados.	18
2.3	FLUXO 3 - Tratamento de Dados e Processamento para obtenção de Informações.	18
2.4	FLUXO 4 - Análise e Comunicação dos Resultados.	19
2.5	FLUXO 5 - Estrutura da Avaliação com cotejo de Opiniões de Espe- cialistas Ponderados no Instrumento de Avaliação aplicado ao Grupo em Avaliação.	19
2.6	Fragmento do Instrumento aplicado em Especialistas na Avaliação Externa do Projeto Travessia 2012-2013.	20
2.7	Fragmento do Instrumento aplicado em Estudantes na Avaliação Ex- terna do Projeto Travessia 2012-2013.	20
2.8	Regras de Consistência e Representação dos Universos consistentes para as respostas dos especialistas.	22
2.9	Conjuntos Fuzzy para descrição do Nível de Experiência de Especia- listas.	23
2.10	Memória de Cálculo do Nível de Experiência do Especialista.	25
2.11	Conjuntos Fuzzy para descrição do Impacto.	26
2.12	Equações que descrevem os Conjuntos Fuzzy Impacto.	27
2.13	Centróides dos Conjuntos Fuzzy representantes do Impacto.	27
2.14	Fragmento da Figura 2.13 com o Somatório dos Pesos w dos Especi- alistas.	28
2.15	Conversão das Respostas r para as Questões q , Máximos e Norma- lização.	28

2.16	Ponderação dos Pesos w dos Especialistas sobre as Respostas r de um indivíduo do Grupo Avaliado.	28
2.17	Somatório dos índices por Dimensões Avaliadas.	29
2.18	Resultado da Mensuração do Impacto nas várias Dimensões.	29
3.1	Fonte: Baseado na Metodologia C-Strat (Reis Filho)	32
3.2	Fonte: Baseado na conceituação dos benefícios da aprendizagem de Schuller et all (2004, p.13)	35
3.3	Figura: Estruturação Lógica da Coleta de Dados e Processamento por Sistema de Inferência.	39
3.4	Divisão do Estado de Pernambuco em Gerências Regionais de Educação (GRE). Fonte: Adaptado do Site da Secretaria Estadual de Educação de Pernambuco.	40
3.5	Escolas participantes do Projeto Travessia sinalizadas com pontos vermelhos e participantes da amostra pesquisada sinalizada por bandeiras amarelas.	40
3.6	Amostragem definida para coleta de dados da avaliação do impacto do Projeto Travessia, com agregado de regiões por 04 macro regiões.	41
3.7	Exemplo de Página do Questionário Aplicado nos Estudantes.	42
3.8	Exemplo de coleta de pesos das dimensões avaliadas nos questionários de professores. Imagem fracionada do Questionário de Professores aplicado através de ferramenta Google Form.	44
3.9	Ilustração comparativa entre conjuntos "crisp" (esquerdo) e conjuntos fuzzy" (direito). Fonte: Adaptado de ROSS (2010).	45
3.10	Ilustração comparativa entre conjuntos "crisp" à esquerda e conjuntos fuzzy" à direita na representação de FEBRE.	46
3.11	Ilustração destacando as áreas de transição entre valores linguísticos para FEBRE.	46
3.12	Ilustração de Número Fuzzy Trapezoidal com destaque para as zonas nebulosas.	47
3.13	Padrão de conjuntos para a comparação dos resultados do impacto.	48
3.14	Exemplo de resultado comparado com os números fuzzy referenciais de resultado.	50

3.15	Exemplo de análise de resultados por verificação visual. A área marcada em VERDE representa a participação do resultado no conjunto MÉDIO e a área ROXA a participação do resultado no conjunto GRANDE.	51
3.16	Apresentação das distâncias euclidianas entre a média dos máximos do impacto em relação a média dos máximos do conjunto representativo do impacto grande.	52
3.17	Escola em Jaboatão dos Guararapes/PE.	54
3.18	Encontro com a Profa. Silvani em Bezerros/PE.	55
3.19	Pontos visitados na fase de imersão do trabalho para a composição do Questionário de Pesquisa.	56
3.20	Vilma Guimaraes – Gerente de Educação da FRM realizando abertura do Seminário.	56
3.21	Getúlio Marques Martins, pesquisador do LABFUZZY COPPE UFRJ, apresentando “Introdução à Lógica Fuzzy” em Gravatá/PE.	57
3.22	Tela do aplicativo web de visualização de dados por interface georreferenciada.	58
4.1	Formação dos Pentágonos de Comparação a partir dos Números Fuzzy das Dimensões.	60
4.2	Formação dos Pentágonos de Comparação a partir dos Números Fuzzy das Dimensões - Projeção.	60
4.3	Exemplo de Página do Relatório de Gráficos Comparativos.	61
4.4	Gráfico Comparativo do Ensino Fundamental para o Estado de Pernambuco.	62
4.5	Resultados do Ensino Fundamental pelas quatro Macro Regiões	63
4.6	Gráfico Comparativo do Ensino Médio para o Estado de Pernambuco.	64
4.7	Resultados Comparativos do Ensino Médio das Macro GREs.	65

Lista de Tabelas

2.1	Quadro comparativo de pertinências entre os diversos tamanhos de maçãs.	16
2.2	Equações que descrevem os Conjuntos Fuzzy de Experiência de Especialistas.	23
2.3	Centróides dos Conjuntos Fuzzy representantes dos Termos Linguísticos.	23
2.4	Peso da Importância das Questões que descrevem Experiência de Especialistas.	24
2.5	Exemplo de Resultado obtido na Avaliação do Instrumento por Especialista na distribuição das Questões por Dimensões.	26

Capítulo 1

Introdução

1.1 Considerações Iniciais

O presente trabalho se insere num contexto de pesquisa científica de projetos socioeducacionais, com o desafio de desenvolver e desenhar uma modelagem de avaliação capaz de revelar o impacto de tais projetos em seus respectivos públicos-alvo. Para enfrentar esse desafio, entende-se que a modelagem deva ser convergente com a moderna concepção de avaliação. Ou seja, com o conceito de avaliação em que os resultados traduzem a intensidade e o nível de interação dos indivíduos pesquisados segundo o conjunto de fatores e elementos socioambientais presentes em tais projetos. Ao mesmo tempo, deve-se manter a essência da avaliação clássica, que é a de apreciar instâncias de transformações nos indivíduos no ambiente de envolvimento e desenvolvimento de capacidades cognitivas e de relacionamento humano inerentes aos projetos.

Nesse contexto, encontram-se perfeitamente inseridos projetos socioeducacionais, como os desenvolvidos e implantados pela Fundação Roberto Marinho (FRM), nas diversas parcerias com vários dos Estados da Federação, em especial o Projeto Travessia, do Plano de Aceleração dos Estudos, no Estado de Pernambuco, na Região Nordeste Brasileira. A avaliação e a interpretação do impacto de projetos socioeducacionais como este, envolvendo esforços de planejamento, coordenação, execução e controle de reconhecida magnitude, não caberiam em um enquadramento técnico-estatístico tradicional ou em qualquer método clássico de avaliação, uma

vez que transbordam as referências de vanguarda na educação, ao empregar uma metodologia que põe de lado dogmas e mitos educacionais em prol de novos paradigmas de ensino e aprendizagem: a Metodologia Telessala¹.

Denominado de Travessia - Programa de Aceleração de Estudos de Pernambuco e lançado em junho de 2007, este projeto constitui uma ação da política pública de ensino do governo de Pernambuco, com a finalidade de reduzir a defasagem idade/ano dos estudantes do Ensino Médio (desde 2007) e Ensino Fundamental (a partir de 2010), da Rede Estadual de educação pública.

Para a consecução dos objetivos desse programa, a Secretaria de Educação de Pernambuco convidou a Fundação Roberto Marinho (FRM) para aplicar, por meio de parceria, sua bem sucedida metodologia adotada no Telecurso - a Metodologia Telessala.

O Telecurso é um projeto social e pedagógico com um currículo de base humanista desenvolvido pela Fundação Roberto Marinho, capaz de responder às especificidades regionais e às diversidades étnicas, culturais e sociais do Brasil. O projeto se propõe a desenvolver habilidades e competências no mundo do trabalho e conscientização de cidadania.

O Projeto Travessia visa mudar o quadro da educação pública em Pernambuco no que diz respeito à conclusão do ensino médio (para jovens acima de 17 anos) e do ensino fundamental (para jovens com 15 anos ou mais). Antes de ser adotado como política pública, a defasagem idade-ano no ensino médio era de 70%. Hoje, além de reduzir essa distorção para cerca de 40% no ensino médio, o projeto está incluindo milhares de jovens no contexto escolar, social e profissional, o que representa uma melhoria significativa para a vida dessas pessoas e para a economia do Estado. Aliado a um conjunto de políticas de correção de fluxo, o Travessia vem contribuindo para a reestruturação da rede pública de ensino em Pernambuco.

¹Guimarães, Vilma - Incluir para Transformar : metodologia Telessala em cinco movimentos / [concepção e supervisão pedagógica Vilma Guimarães] – Rio de Janeiro : Fundação Roberto Marinho, 2013.

Na aplicação da Metodologia, equipes da FRM e da Secretaria Estadual de Educação acompanham sistematicamente o trabalho realizado nas Telessalas, realizando visitas, acompanhamento pedagógico, avaliações de desempenho e formação de professores.

Os estudantes são envolvidos em um ambiente agradável de aprendizagem colaborativa, contextualizada e transformadora. Um professor atua como mediador, organizando e direcionando as atividades.

Como posto por Silva (2013)², “a centralidade que a educação assume na sociedade atual a coloca como bem a ser disputado pelos indivíduos que buscam levar o seu padrão de vida e acessar os bens materiais e culturais disponíveis, se configurando como um elemento de ascensão social”.

Não é exagero apontar a importância das avançadas ferramentas do Telecurso, como fator fundamental na luta pela diminuição dessa histórica desigualdade social.

A equipe de educação e implementação da Fundação Roberto Marinho numa importante associação com pesquisadores e desenvolvedores de sistemas, do LAB-FUZZY, buscou na interação entre seus especialistas e este grupo, a oportunidade de desenvolver um projeto piloto de avaliação de impacto. Dessa forma, o Projeto Travessia foi analisado por um prisma inovador, em que aspectos relativos à vida dos estudantes (nas dimensões pessoal, profissional, social, familiar e expectativa futura) foram usados como elementos reveladores da transformação que o estudante percebe em sua vida ao sair do projeto, em comparação com o momento da entrada, 18 meses antes.

Para a composição desse sistema de análise, os pesquisadores do LAB FUZZY da COPPE/UFRJ desenvolveram um modelo para capturar, em diferentes momentos,

²SILVA Fº, A. Programa Travessia: Proposições da política de aceleração dos estudos na educação básica em Pernambuco. 26º Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação / ANPAE maio de 2013. UFPE, Recife, 2013.

as percepções e impressões de grupos distintos, compostos por profissionais de educação em níveis de supervisão, coordenação e docência e, posteriormente e principalmente, pelos próprios estudantes.

O formato de avaliação proposto foi desenvolvido sob a ótica inclusiva relacional, que analisa aspectos de similaridade existentes entre os diversos grupos avaliados, capturados por instrumentos paramatemáticos de análise, permitindo que um elemento estabeleça grau de pertencimento ou pertinência em diversos grupos de indicadores.

A visão moderna desse processo de avaliação, neste caso sob uma ótica mais flexível de mensuração, permite a visão multidimensional e a resposta de várias dimensões através de uma informação única de entrada. A lógica fuzzy, proposta como instrumento capaz de traduzir o impacto do projeto na vida dos estudantes, foi desenvolvida e aplicada com base em modelos pré-estabelecidos empregados amplamente em problemas de engenharia moderna, e customizada em soluções específicas para abordar o intenso grau de incerteza presente nas fronteiras entre as diversas dimensões avaliadas.

1.2 Escopo

O projeto tem como escopo o desenvolvimento de um trabalho de cunho científico de Pesquisa Desenvolvimento com Inovação (PD+I) para realizar a avaliação das turmas do projeto Travessia no ano de 2013, no Estado de Pernambuco, e mensurar seu impacto (transformação da vida dos estudantes que participam de projetos de aprendizado através da metodologia Telessala).

1.3 Objetivo

Criar uma modelagem para medir a mudança na vida do aluno egresso do Projeto Travessia, no Estado de Pernambuco, no ano de 2013, utilizando a Lógica Fuzzy.

Para a consecução do objetivo foi realizada uma investigação, apoiada em conhecimentos científicos considerados estado da arte, já experimentados através de aplicações em outros segmentos produtivos e publicados amplamente em artigos e periódicos de ciência.

A lógica fuzzy permite desenvolver um modelo de avaliação em sinergia com a Metodologia Telessala e promover uma abordagem diferenciada dos paradigmas clássicos da avaliação. O uso da lógica fuzzy no campo da avaliação educacional poderá contribuir para uma visão multidimensional do impacto do projeto Travessia.

Esse projeto de avaliação, em curto prazo, pode também representar uma contribuição para a criação de bases de conhecimento sobre o projeto Travessia, essenciais ao seu gerenciamento, e contribuir para a superação dos desafios da FRM em amenizar o débito social existente no Brasil, em especial na Educação.

1.4 Justificativa

Dada a criticidade e a urgência nas ações ligadas ao desenvolvimento da educação no Brasil, esse trabalho realiza uma ação relevante na medida em que aplica modelagem matemática inovadora, lógica fuzzy, para a mensuração de percepções. A tradução destas percepções através de sentenças matemáticas que permitem identificar indicadores de impacto e, posteriormente, relacioná-los com diferentes amostragens, representa a criação de uma ferramenta específica e útil para o gestor de educação, que apropriado dessas informações, pode inferir em ações práticas e objetivas para a redução de desigualdades e disparidades apontadas por seus resultados.

1.5 Aspectos Inovadores

A inovação nesse trabalho se dá em todos os momentos, da concepção à produção de resultados. Esse processo se inicia pela proposta de realizar a abordagem por meio de uma ferramenta diferente da avaliação clássica, a lógica fuzzy, e desdobra-se na metodologia criada para captura e obtenção de resultados.

A aplicação de lógica fuzzy, ou lógica nebulosa, foi a base para o desenvolvimento de um tratamento de informações através de relações de conjuntos. A espinha dorsal do método proposto foi baseada na visão de confronto de matrizes, com experiência amplamente sólida obtida em diversos projetos desenvolvidos pelo Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza. Com base nesse conhecimento e apropriados de criatividade e ferramental de aplicação de lógica fuzzy, buscou-se ampla integração com diferentes grupos especialistas trabalhando, em um primeiro momento, no alinhamento conceitual junto à equipe de educação da FRM, em um segundo momento com os coordenadores regionais e supervisores e, em um terceiro momento, com professores das turmas escolares. Os instrumentos utilizados para a captura de informações foram alinhados, ponderados e aplicados nos grupos especialistas e, posteriormente, aplicados na amostra de estudantes.

1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em seis capítulos, sendo o Capítulo 1, o referente à Introdução e o Capítulo 6 o das Referências Bibliográficas. Esta estrutura apresenta de maneira resumida os assuntos dos Capítulos, 2, 3, 4 e 5.

No Capítulo dois foi abordado o Referencial Teórico, no qual foi feita uma informação geral sobre Lógica Fuzzy e apresentado um exemplo de aplicação de um método para avaliação, onde trabalhamos com números fuzzy triangulares. Na dissertação trabalhamos com números fuzzy trapezoidais. A intenção foi de demonstrar mais de um tipo de aplicação de lógica fuzzy.

No Capítulo 3 são apresentadas as etapas de desenvolvimento do trabalho, cuja estruturação foi apoiada nos princípios de modelagem e planejamento de projetos de design industrial, com base no conceito de Cognição Estratégica – C-STRAT , de Reis Filho (2007)³.

Numa primeira etapa foram avaliadas diversas teorias e conhecimentos sobre desenvolvimento humano e educação e apresentadas no texto as escolhidas para o trabalho, numa segunda etapa foi definida a metodologia para avaliar o impacto do Projeto Travessia na vida dos estudantes formados na Turma 2012/2013 e foram elaborados os modelos de formulários utilizados na pesquisa.

Em continuidade, foi definido, na terceira etapa, que seriam utilizados números fuzzy trapezoidais pela sua adequabilidade ao estudo. Na quarta etapa foi abordada a sistemática de ação do projeto e, finalmente, na quinta etapa, foram abordados os resultados da metodologia utilizada.

O capítulo 4 apresenta os resultados do trabalho, em que foi concluído que os números fuzzy resultantes do processo da avaliação do Impacto do Projeto Travessia na vida dos estudantes da Turma 2012/2013 para o Ensino Fundamental

³REIS, Filho - A Metodologia C-Strat tem seu Depósito Nacional de Pedido de Patente sob o N PI.0806035-5 A2 / 23/09/2008

e o Ensino Médio foram elevados e que ratificaram a percepção geral do impacto por ele exercido nas cinco dimensões da vida dos estudantes (Pessoal, Familiar, Social/Comunitária, Profissional/Trabalho e Expectativa Futura), já relativamente partilhada por estudantes, professores, supervisores, coordenadores e gerência do Projeto.

O capítulo 5, apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 A Lógica Fuzzy

A lógica fuzzy é hoje uma das mais bem sucedidas tecnologias para desenvolvimento de sistemas sofisticados de controle, de apoio à decisão e de avaliação. A razão disso é simples: a lógica trata essas aplicações de uma forma similar à que o ser humano usa, com uma capacidade de geração de soluções precisas, a partir de informações exatas ou aproximadas. Ela preenche uma lacuna importante nos métodos de design convencionais, deixada vazia por abordagens estritamente matemáticas (por exemplo, projeto de controle linear), e abordagens exclusivamente baseadas em lógica (por exemplo, sistemas especialistas) no projeto do sistema.

Enquanto outras abordagens requerem equações exatas para modelar comportamentos do mundo real, a modelagem fuzzy pode acomodar as ambiguidades, vagezas e outras fontes de imprecisão da linguagem humana do mundo real e da lógica.

A lógica fuzzy provê um método intuitivo para descrever sistemas em termos humanos e automatiza a conversão dessas descrições (ou especificações) do sistema em modelos eficazes. De um modo geral, ela deve ser vista mais como uma área de pesquisa sobre tratamento da imprecisão, vagueza e ambiguidade, que em comumente caracterizam os atributos de objetos físicos e mentais. De um modo geral, a lógica fuzzy e suas aplicações estão normalmente associadas ao uso da

Teoria dos Conjuntos Fuzzy, proposta por Lotfi A. Zadeh ⁴, em 1965.

Neste contexto, a lógica fuzzy é um superconjunto da lógica convencional (Booleana) que foi estendido para lidar com o conceito de verdade parcial, com valores-verdade indo desde o "completamente falso" até o "completamente verdadeiro". Se atribuirmos os valores numéricos (0) e (1) aos valores linguísticos 'FALSO' e 'VERDADEIRO', valores lógicos intermediários entre FALSO (0) e VERDADEIRO (1) são admitidos. Por exemplo, a um valor médio 'POSSÍVEL', pode ser atribuído o valor numérico (0,5). Isto significa que um valor fuzzy pode assumir um valor numérico qualquer no intervalo de valores entre 0 e 1. Como o próprio nome sugere, a lógica fuzzy é a lógica subjacente aos modos de raciocínio que são aproximados em vez de exatos. Sua importância deriva do fato de que a maioria dos modos de raciocínio humano e, especialmente, o raciocínio do senso comum sejam aproximados em sua natureza.

As características essenciais da lógica fuzzy, de acordo com Lotfi Zadeh, são as seguintes:

- 1) o raciocínio exato é visto como um caso limite do raciocínio fuzzy (ou raciocínio aproximado);
- 2) os atributos de objetos físicos e mentais são descritos como gradativos ou parciais;
- 3) qualquer sistema lógico pode ser fuzzificado;
- 4) o conhecimento é interpretado como um conjunto de restrições elásticas ou, equivalentemente, difusas em um conjunto de variáveis.
- 5) a inferência é vista como um processo de propagação de restrições elásticas

Pela lógica fuzzy, é possível avaliar conceitos não quantificáveis, como por exemplo a temperatura (quente, morno, médio etc.), o sentimento de felicidade (radiante, feliz, apático, triste...), a veracidade de um argumento (corretíssimo, correto, contra-argumentativo, incoerente, falso, totalmente errôneo etc.),

⁴ZADEH, L.A., Fuzzy Sets, Information And Control 8, pp. 338-353, University of California, Berkeley, California, USA: 1965.

e a intensidade ou impacto das transformações na vida das pessoas, decorrentes de algum tipo de treinamento, adaptação ou exposição a um ambiente específico.

É a partir dessa possibilidade de avaliação que foi enfrentado o desafio de desenvolver um método de avaliação do impacto da Metodologia Telessala, conforme aplicada no Projeto Travessia, na vida dos estudantes desse Projeto, implementado no período 2012-2013, no Estado de Pernambuco.

2.2 Aplicação de Lógica Fuzzy na Avaliação do Impacto de Projetos de Educação

2.2.1 Introdução

O desenvolvimento teórico a seguir foi resultado de anotações de aulas realizadas nos anos de 2014 e 2015, no PEP – Programa de Engenharia de Produção da COPPE e apresenta de maneira não muito aprofundada e razoavelmente simples um conjunto de ferramentas de lógica fuzzy para aplicar em avaliações. São exemplificados passos dentro do contexto de avaliação de projetos educacionais, tendo como base os dados e resultados do trabalho de avaliação do projeto TRAVESSIA 2012-2013⁵, quanto ao impacto do projeto na transformação da vida dos alunos em diferentes dimensões, a saber: Pessoal, Profissional, Social, Familiar e Vida Futura.

As técnicas apresentadas poderiam ser aplicadas em avaliação de projetos sociais, culturais, mensuração de níveis de satisfação de consumidores e em avaliações que envolvem mensuração de ativos intangíveis pela matemática clássica e que, através da lógica fuzzy, começam a revelar-se, ao menos parcialmente .

A possibilidade de transito entre os contextos qualitativos e quantitativos são abordados, aqui, na utilização de variáveis linguísticas para descrição de percepções em uma estratégia de aproximação de valores pela aplicação de intervalos e relações entre espaços. Assim, variáveis discretas são transformadas em conjuntos fuzzy, e vice versa, em computação flexível de dados, por vezes vagos e imprecisos, mas que carregam em si potencial de tradução em respostas coerentes na descrição da realidade.

⁵KRYKHTINE, F. L. P. ; GUIMARAES, V. ; MORIM, A. C. D. L. ; SÁ FORTES, L. E. N. ; MARTINS, G. W. . O Uso da Lógica Fuzzy na Avaliação de Impacto de Projetos Socioeducacionais: o caso do Telecurso no Projeto Travessia. 2014. Apresentação de Trabalho/Seminário.

2.2.2 Aderência da Aplicação de Lógica Fuzzy em Processos de Avaliação Multidimensional

A teoria dos conjuntos fuzzy, apresentada ao mundo por Lotfi Zadeh (1965), comparada a matemática euclidiana amplamente aplicada no mundo, é um conceito jovem, de apenas 50 anos. Neste contexto, as aplicações em lógica fuzzy ainda estão sendo desvendadas em pesquisas nos quais modelos clássicos são relidos e reeditados em aplicações modernas com base de processamento de variáveis nebulosas. Dentre as principais diferenças, elenca-se o gradiente de infinito informações existentes, passíveis de captura e tratamento, existentes entre os extremos, limites da lógica fuzzy, existentes entre “zero” e “um”, valores bivalentes da lógica booleana. Mais ainda, o “zero” e “um”, são limites que, em um ambiente lógico nebuloso podem ainda ser extrapolados, como apresenta Cosenza (1981)⁶ em seu modelo de relacionamento, voltado para estudos locais.

De fato, a Lógica Fuzzy compreende todo universo da lógica booleana e da matemática euclidiana que está contido na teoria dos conjuntos nebulosos.

As aplicações desta lógica estão em todo parte⁷, principalmente em aparelhos inteligentes com eletrônica sofisticada: telefone, câmeras, máquinas de lavar, geladeiras, ar condicionado, freios ABS e controles de tração automotivos, pilotos automáticos de aeronaves, sistemas de produção automatizados, etc, somando mais de 2000 patentes no Japão em meados da década de 80, sendo amplamente utilizados por países do oriente.

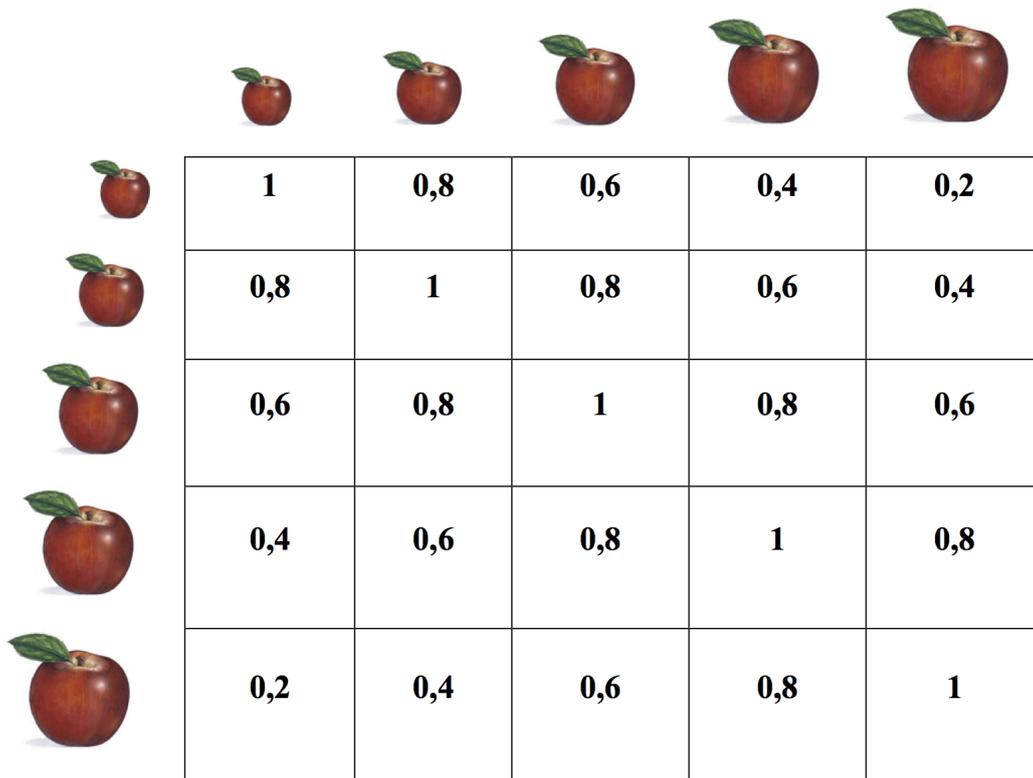
Os computadores começam a desenvolver programações mais complexas tornando possível a inteligência artificial por algoritmos recursivos e pelo uso de regras nebulosas com base lógica “se” e “então”. O modelo paramatemático ganha espaço em uma nova qualidade de processamento em que um dado passa a assumir vários

⁶COSENZA, C. A. N. An Industrial Location Model. Working Paper. Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge: Cambridge University: 1981.

⁷MCNEILL, Daniel. FREIBERGER, Paul. Fuzzy Logic: The Revolutionary Computer Technology that Is Changing Our World. 1a Edição. New York: Touchstone Rockefeller Center, 1994.

estados simultaneamente. O conceito de pertinência aparece então como uma gradação de participação de um elemento a um conjunto, ou a vários conjuntos, cada qual com a sua pertinência.

O pensamento humano, bem como a natureza, não pode ser representado por um modelo lógico bi valorado. Uma maçã não é grande ou pequena. Existem maçãs “muito pequenas”, “extremamente grandes”, “medianas”, conceitos estes dependentes de uma relação comparativa entre os elementos do universo. Da mesma maneira, tomando as maçãs como exemplo, poderíamos descrever o frescor da fruta entre os estados “absolutamente frescas até o “impróprio para consumo”.



	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	0,8	1	0,8	0,6	0,4
	0,6	0,8	1	0,8	0,6
	0,4	0,6	0,8	1	0,8
	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Tabela 2.1: Quadro comparativo de pertinências entre os diversos tamanhos de maçãs.

A lógica fuzzy permite então o tratamento de dados por variáveis linguísticas através da relação entre espaços de valores. Ao substituir a relação de pontos por intervalos com extremos de transição, as variáveis linguísticas, carregadas de vagueza, considerando que observadores diferentes reconhecem uma variável

linguística de maneiras diferentes, a lógica fuzzy se apropria de um intervalo que contem, possibilisticamente, toda região que a variável linguística possa pertencer, inclusive na transição de sua pertinência variando entre o estado máximo e o mínimo, representado por seus extremos.

O desenvolvimento da lógica fuzzy é contínuo e crescente. As pesquisas apresentadas e as aplicações já experimentadas no mundo já fornecem ferramental suficiente para o desenvolvimento de sistemas lógicos de hierarquização, relativização, apoio para tomada de decisões e modelagem de sistemas de inteligência com capacidade de aprender com os próprios erros e redesenhar hipóteses, em casos típicos de inteligência artificial.

A aplicação de lógica fuzzy para avaliação é bastante oportuna uma vez que seus sistemas de tomada de decisão são modelados através de comandos por regras relacionadas a um estado de avaliação.

Dentro deste universo, algoritmos capazes de comparar resultados com marcos de referencia⁸ e, a partir daí, redirecionar ações, são o princípio das ações que serão tratadas neste texto, que apresentará algumas formas de relacionar múltiplos resultados de avaliação para a obtenção de um resultado alvo objetivo, a saber: criação de instrumento de múltipla avaliação, ponderação de especialistas por níveis de experiência para avaliação multidimensional do instrumento, captura de dados de especialistas, captura de dados do público alvo da avaliação e processamento de resultados da agregação destes dados.

⁸KRYKHTINE, F. L. P. ; MORIM, A. C. D. L. ; SÁ FORTES, L. E. N. ; VALE, N. G. P. ; GONCALVES NETO, A. C. . Aplicando Lógica Fuzzy em um Modelo de Seleção Multicritério para Multiclientes. In: SEGET - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2013, Resende. Gestão e Tecnologia para a Competitividade. Resende: AEDB, 2013. v. 1. p. 1.

2.2.3 Metodologia para Aplicação de Lógica Fuzzy

Para o estabelecimento de um trabalho de avaliação, faz-se necessária a organização de um plano de trabalho para a constituição de um sistema de informações, coleta e tratamento de dados para obtenção de respostas esperadas. A divisão do projeto de avaliação em macro fases é um importante passo para a organização do trabalho e seu gerenciamento, privilegiando o delineamento de objetivos, abrangência, planejamento da pesquisa, operacionalização da captura de dados, tratamento de dados e apresentação de resultados. Fluxos 1, 2, 3, 4 e 5.

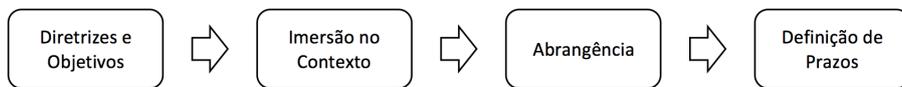


Figura 2.1: FLUXO 1 - Planejamento do Escopo da Pesquisa.

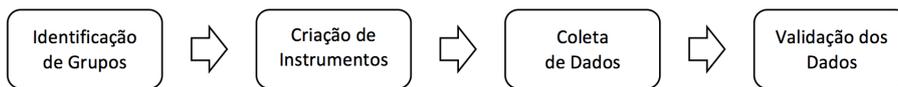


Figura 2.2: FLUXO 2 - Operacionalização da Coleta de Dados.

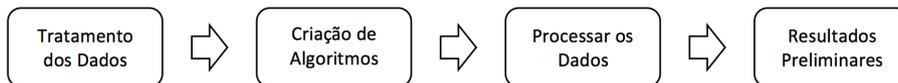


Figura 2.3: FLUXO 3 - Tratamento de Dados e Processamento para obtenção de Informações.

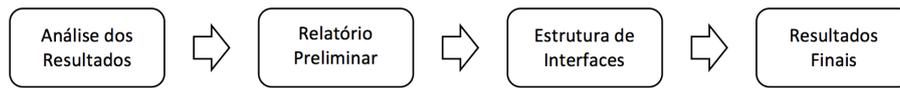


Figura 2.4: FLUXO 4 - Análise e Comunicação dos Resultados.

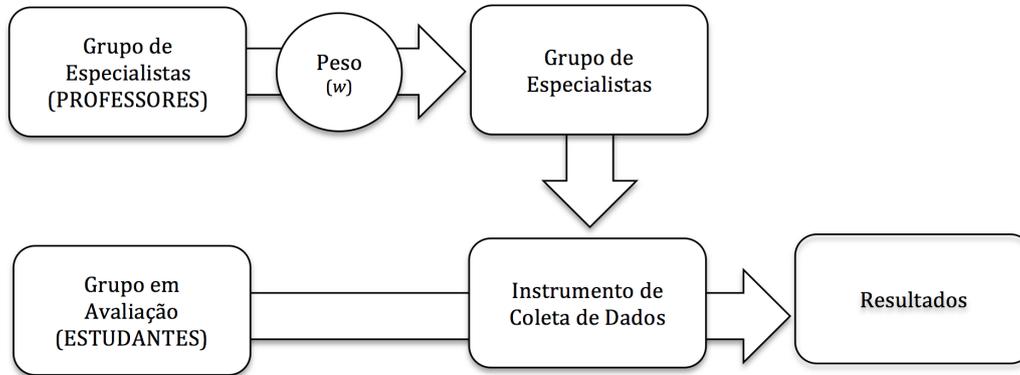


Figura 2.5: FLUXO 5 - Estrutura da Avaliação com cotejo de Opiniões de Especialistas Ponderados no Instrumento de Avaliação aplicado ao Grupo em Avaliação.

Como pode ser visto no Fluxo 5, o projeto de avaliação apresenta um cotejo de dados capturados em diferentes grupos: o primeiro são os Especialistas (Professores, Supervisores e Coordenadores), que tem seus níveis de experiência ponderados para que, como informantes, tenham seus devidos pesos no processo de avaliação; o segundo é o grupo em avaliação, neste caso os Estudantes.

Os papéis dos dois grupos na avaliação multidimensional são muito diferentes. Os Especialistas analisaram o instrumento de coleta e responderam o grau de aderência de cada questão a uma dimensão, atribuindo um nível de importância por eles percebidos. Os valores linguísticos para esta descrição são “ALTA”, “MÉDIA”, “BAIXA” e “NÃO SE APLICA”.

1. Comparando com o início do projeto, como você avalia, hoje: a sua capacidade de argumentar/defender ideias. *

	BAIXA IMPORTÂNCIA	MÉDIA IMPORTÂNCIA	ALTA IMPORTÂNCIA	NÃO SE APLICA
PESSOAL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FAMILIAR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PROFISSIONAL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SOCIAL/COMUNITÁRIA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EXPECTATIVA DE VIDA FUTURA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 2.6: Fragmento do Instrumento aplicado em Especialistas na Avaliação Externa do Projeto Travessia 2012-2013.

O outro grupo, dos Estudantes, responderam as mesmas questões avaliadas pelos Especialistas, só que neste momento, realizam um julgamento quanto ao grau de transformação, comparado ao início do projeto, da sua capacidade. Como exemplo, um fragmento do Instrumento aplicado aos Estudantes para a mesma questão é exibido abaixo.

01 Comparando com o início do projeto, como você avalia, hoje: a sua capacidade de argumentar/defender ideias.

Minha capacidade aumentou:

MUITO POUCO QUASE NADA NADA

Figura 2.7: Fragmento do Instrumento aplicado em Estudantes na Avaliação Externa do Projeto Travessia 2012-2013.

2.2.4 Criação de um Instrumento de Avaliação de Múltiplas Dimensões

Quando trata-se dados por uma ótica relacional, é imperioso que se estabeleçam marcos referenciais que caracterizem zonas de resultado. Neste sentido, a aplicação de um mesmo questionário formulado para capturar dados, principalmente qualitativos e multidimensionais, deve atravessar durante o processo de avaliação sistêmica, por uma atividade de ponderação cruzada por cotejo de matrizes.

Neste sentido, o instrumento têm em uma primeira abordagem a impressão de respostas de "k" especialistas que determinam a pertinência da questão "i" formulada a um conjunto de dimensões "n".

Estes especialistas "k" serão ponderados por seus níveis de experiência através de algoritmos que definem o peso "w" de suas opiniões no sistema global de avaliação.

O segundo momento é reservado ao grupo analisado na resposta de um instrumento de coleta de dados no formato de questionário para coleta de nível de transformação. Os estudantes responderão as mesmas questões "i" e determinarão o impacto da questão no seu julgamento individual, podendo variar em níveis de transformação "t". Os próximos itens realizarão a descrição destes passos de maneira fragmentada.

2.2.5 Ponderação do Nível de Experiência dos Especialistas

A Ponderação do Nível de Experiência dos Especialistas, por exemplo, quando abordou-se o grupo de professores, utilizou alguns parâmetros para determinação da experiência, familiaridade e comprometimento com o projeto, estabelecendo conjuntos formados por variáveis descritas por intervalos de valores. Ilustra-se este exemplo com as questões, apresentadas a seguir:

Ponderação de Especialistas de Projeto de Educação

- 1 - Há quanto tempo trabalha em Educação? (TE)
- 2 - Há quanto tempo trabalha no Projeto? (TP)
- 3 - Qual a sua função no Projeto?
- 4 - Há quanto tempo exerce esta função no Projeto? (TF)

As possibilidades de resposta para a questão 3 são: professor, supervisor e coordenador. Esta resposta representa uma variável de separação dos especialistas em categorias, permitindo a separação resposta em grupos individuais ou agregado com ponderação específica entre as categorias de forma semelhante às demais abordadas aqui.

Para as respostas da questões 1, 2 e 4 podemos aplicar os conjuntos fuzzy abaixo para descrever a experiência ao longo do tempo.

Estes dados são convertidos e validados, quanto a existência de paradoxos, como por exemplo: o profissional tem tempo maior em trabalho no projeto de educação do que tempo de trabalho em educação, que representa uma inconsistência de resposta, uma vez que, a experiência em educação sempre será maior do que a experiência no projeto de educação, e, neste caso, o primeiro parâmetro contém o segundo, podendo ser igual ou inferior em valor.

Logo:

If (TF) \geq (TP) then "inconsistente";

If (TP) \geq (TE) then "inconsistente";

If (TF) \geq (TE) then "inconsistente";

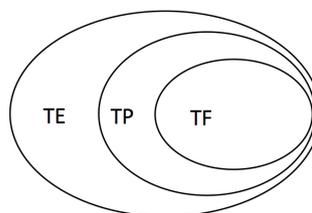


Figura 2.8: Regras de Consistência e Representação dos Universos consistentes para as respostas dos especialistas.

Esclarecidos os paradoxos e validadas as respostas do especialistas "k", o passo

seguinte é compreender como estes pesos "w", terão impacto sobre os grupos de resposta, nos retirando de uma frequência cartesiana típica, valorada em unidades iguais, para frequências distribuídas em valores ponderados, valores estes que constituirão a análise das pertinências de cada questão "i" para as dimensões "n".

NÍVEL DE EXPERIÊNCIA ADQUIRIDA AO LONGO DO TEMPO

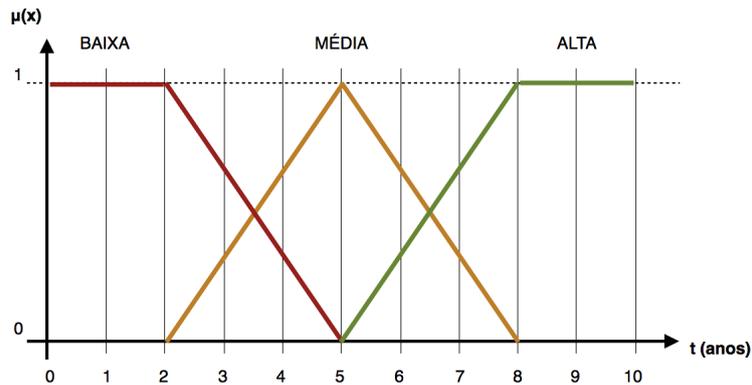


Figura 2.9: Conjuntos Fuzzy para descrição do Nível de Experiência de Especialistas.

BAIXA	MÉDIA	ALTA
<i>if</i> $x \leq 2$ then $\mu(x) = 1$	<i>if</i> $2 \leq x \leq 5$ then $\mu(x) = \left(\frac{x}{3}\right) - \frac{2}{3}$	<i>if</i> $5 \leq x \leq 8$ then $\mu(x) = \left(\frac{x}{3}\right) - \frac{5}{3}$
<i>if</i> $2 \leq x \leq 5$ then $\mu(x) = -\left(\frac{x}{3}\right) + \frac{5}{3}$	<i>if</i> $5 \leq x \leq 8$ then $\mu(x) = -\left(\frac{x}{3}\right) + \frac{8}{3}$	<i>if</i> $8 \leq x \leq 10$ then $\mu(x) = 1$

Tabela 2.2: Equações que descrevem os Conjuntos Fuzzy de Experiência de Especialistas.

BAIXA	MÉDIA	ALTA
1,75	5,0	8,25

Tabela 2.3: Centróides dos Conjuntos Fuzzy representantes dos Termos Linguísticos.

Perceba que um especialista consultado que possua 5 anos de tempo de trabalho em educação será avaliado como tendo experiência MÉDIA, pois (5) BAIXA = 0; (5) MÉDIA = 1; (5) ALTA = 0; enquanto um especialista b consultado com 7 anos de experiência, possui simultaneamente pertinências pois (7) BAIXA = 0 ; (7) MÉDIA = 0,33 e (7) ALTA = 0,66.

Para calcular então o nível de experiência dos especialistas k aplica-se a agregação dos resultados não inconsistentes das respostas do pequeno questionário. As respostas para as perguntas podem ser, ainda, ponderados por uma orientação de importância para a criação das escalas, como apresentado na Figura 2.10, para facilitar o cálculo, os valores dos pesos utilizarão as centroides dos conjuntos fuzzy exibidos anteriormente.

Esta técnica permite ponderar as respostas entre si na definição do nível de experiência dos avaliadores que serão posteriormente agregadas e normalizadas (através da divisão pela alternativa consistente de valor máximo) nos entregando um resultado final compreendidos entre valores “zero” e “um”.

Ponderação de Especialistas de Projeto de Educação	Importância	Centroides (w)
1 - Há quanto tempo trabalha em Educação? (TE)	ALTA	8,25
2 - Há quanto tempo trabalha no Projeto? (TP)	MÉDIA	5
3 - Qual a sua função no Projeto? (F)	-	
4 - Há quanto tempo exerce esta função no Projeto? (TF)	MÉDIA	5

Tabela 2.4: Peso da Importância das Questões que descrevem Experiência de Especialistas.

Logo, podemos descrever matematicamente o processamento do Nível de Experiência de Especialistas da seguinte maneira:

$$\Psi_k = \mu(TE)*w_{TE} + \mu(TP)*w_{TP} + \mu(TF)*w_{TF}$$

Equação: Peso da Importância das Questões que descrevem Experiência de Especialistas. (2.1)

	TE	TP	F	TF
Especialista (k)	7 anos	5 anos	Supervisor	2 anos
	$(0,33 (M) + 0,66 (A)) * (w_{TE})$	$1,0 (M) * (w_{TP})$	-	$1,0 (B) * (w_{TF})$
	$(0,33 (5) + 0,66 (8,25)) * (8,25)$	$1,0 (5) * (5)$	-	$1,0 (1,75) * (5)$
	58,53	25	-	5
Ψ_k	88,53			
Max Set	$(1,0 (A)) * (w_{TE})$	$(1,0 (A)) * (w_{TP})$	-	$(1,0 (A)) * (w_{TF})$
	68,06	41,25	-	41,25
Ψ_{MAX}	150,56			
$\Psi_k \text{ normalizado}$	0,59			

Figura 2.10: Memória de Cálculo do Nível de Experiência do Especialista.

$$\Psi_k \text{ normalizado} = \frac{\Psi_k}{\Psi_{MAX}}$$

Equação: Normalização do Índice de Nível de Experiência do Especialista. (2.2)

Sendo assim, o resultado normalizado para o profissional exemplificado acima é 0,59 de nível de experiência. Este resultado será aplicado a frente no cálculo que avalia a sua representatividade no julgamento do valor de uma questão para uma dimensão de avaliação. Como a “Função” não foi considerada na ponderação, podemos afirmar que o nível de experiência do especialista k é relativo ao “grupo dos supervisores”.

Como resultado final deste processo, temos um questionário com uma chave para a interpretação multidimensional. Esta chave, obtida através da agregação dos resultados obtidos pelos diferentes especialistas, ponderados e contabilizados, indica que uma mesma pergunta responderá diferentes dimensões de maneira ponderada e distinta.

Questões x Dimensões	μ Pessoal	μ Profissional	μ Social	μ Familiar	μ Vida Futura
q_1	0,3	0,1	0,6	0,5	0,1
q_2	0,2	0,7	0,7	0,3	0,5
q_3	0,8	0,8	0,2	0,4	0,8
q_4	0,3	0,3	0,2	0,8	0,4
...
q_n	0,4	0,8	0,3	0,1	0,2

Tabela 2.5: Exemplo de Resultado obtido na Avaliação do Instrumento por Especialista na distribuição das Questões por Dimensões.

2.2.6 Processamento das Respostas do Grupo em Avaliação

As respostas obtidas no questionário aplicado ao grupo em avaliação foram traduzidas dos seus valores linguísticos para os valores numéricos, permitindo a computação numérica dos resultados.

Para tal aplicamos o mesmo princípio teórico utilizado na avaliação dos níveis de experiência dos especialistas, só que agora com uma modelagem de conjuntos fuzzy diferente, adequado as respostas possíveis: “MUITO”, “POUCO”, “QUASE NADA” e “NADA”.

TRANSFORMAÇÃO DO INDIVÍDUO POR IMPACTO DO PROJETO

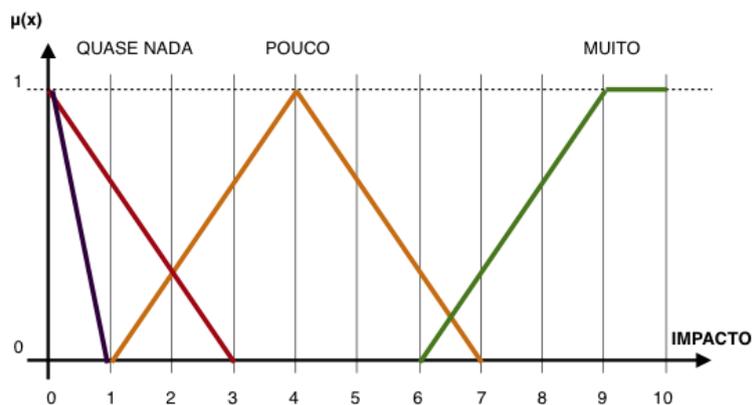


Figura 2.11: Conjuntos Fuzzy para descrição do Impacto.

Observa-se que o conjunto “NADA” é um subconjunto do conjunto “QUASE NADA”, tendo uma representação significativamente baixa dentre os demais valores linguísticos. Com finalidade de simplificar a modelagem, resolveu-se computar o

QUASE NADA	POUCO	MUITO
<i>if</i> $0 \leq x \leq 3$ then $\mu(x) = -\left(\frac{x}{3}\right) + 1$	<i>if</i> $1 \leq x \leq 4$ then $\mu(x) = \left(\frac{x}{3}\right) - \frac{1}{3}$ <i>if</i> $4 \leq x \leq 7$ then $\mu(x) = -\left(\frac{x}{3}\right) + \frac{7}{3}$	<i>if</i> $6 \leq x \leq 9$ then $\mu(x) = \left(\frac{x}{3}\right) - 2$ <i>if</i> $9 \leq x \leq 10$ then $\mu(x) = 1$
NADA		
<i>if</i> $0 \leq x \leq 1$ then $\mu(x) = -x + 1$		

Figura 2.12: Equações que descrevem os Conjuntos Fuzzy Impacto.

“NADA” como sendo um conjunto inexpressivo, evitando cálculo envolvendo valores “zero” ou “nulos”. Este fato facilita o processamento uma vez que ao realizar operações de multiplicações por valores iguais a “zero”, os valores resultantes são transformados em “zero”. Nosso objetivo é tornar o valor bem reduzido quando tratamos o “NADA” como sendo um valor discrepante e minimizado em relação aos demais conjuntos.

Embora COSENZA (2009)⁹ tenha apresentado maneiras diferentes de processar o “zero”, o “nulo” e o “conjunto vazio”, para fins computacionais e limitados, assume-se o artifício como decisão de modelagem.

QUASE NADA	POUCO	MUITO
1,5	4	8,75
NADA		
0,5		

Figura 2.13: Centróides dos Conjuntos Fuzzy representantes do Impacto.

⁹COSENZA, C. A. N. Hierarchy models for the organization of economic spaces Metrics and operators for facility site selection - Contents of a research submitted to Prof. Philip Arestis - (a guide for an article). Visiting Scholar at the Department of Land Economy Cambridge University - Cambridge, UK - 2009

2.2.7 Inferência dos Pesos dos Especialistas sobre as Respostas do Grupo em Avaliação

Para a aplicação dos Pesos dos Especialistas sobre as Respostas (r_{qn}), utilizamos como base a Questão 1 (q_1) da Figura 2.13 visando ilustrar o modelo de cálculo aplicado no sistema de inferência.

Questões x Dimensões	μ Pessoal	μ Profissional	μ Social	μ Familiar	μ Vida Futura
q_1	0,3	0,1	0,6	0,5	0,1
q_2	0,2	0,7	0,7	0,3	0,5
q_3	0,8	0,8	0,2	0,4	0,8
Σr_{qn}	1,3	1,6	1,5	1,2	1,4

Figura 2.14: Fragmento da Figura 2.13 com o Somatório dos Pesos w dos Especialistas.

Questões x Dimensões	RESPOSTA (r)	CENTROIDE	MÁXIMOS	CENTROIDES MAX	NORMALIZAÇÃO
q_1	MUITO	8,75	MUITO	8,75	1,00
q_2	POUCO	4	MUITO	8,75	0,46
q_3	NADA	0,5	MUITO	8,75	0,06

Figura 2.15: Conversão das Respostas r para as Questões q , Máximos e Normalização.

Questões x Dimensões	μ Pessoal * r	μ Profissional * r	μ Social * r	μ Familiar * r	μ Vida Futura * r
q_1	0,3 * (1,00)	0,1 * (1,00)	0,6 * (1,00)	0,5 * (1,00)	0,1 * (1,00)
q_2	0,2 * (0,46)	0,7 * (0,46)	0,7 * (0,46)	0,3 * (0,46)	0,5 * (0,46)
q_3	0,8 * (0,5)	0,8 * (0,5)	0,2 * (0,5)	0,4 * (0,5)	0,8 * (0,5)

Figura 2.16: Ponderação dos Pesos w dos Especialistas sobre as Respostas r de um indivíduo do Grupo Avaliado.

Questões x Dimensões	μ Pessoal * r	μ Profissional * r	μ Social * r	μ Familiar * r	μ Vida Futura * r
q_1	0,30	0,10	0,60	0,50	0,10
q_2	0,09	0,32	0,32	0,14	0,23
q_3	0,40	0,40	0,10	0,25	0,40
$\Sigma \mu$ dimensão * (r_{qn})	0,79	0,82	1,02	0,89	0,73

Figura 2.17: Somatório dos índices por Dimensões Avaliadas.

$$\text{IMPACTO}_{\text{dimensão}} = \frac{\sum \mu_{\text{dimensão}} * (r_{qn})}{\sum r_{qn}}$$

Questões x Dimensões	Pessoal	Profissional	Social	Familiar	Vida Futura
q_1	0,60	0,51	0,68	0,74	0,52

Figura 2.18: Resultado da Mensuração do Impacto nas várias Dimensões.

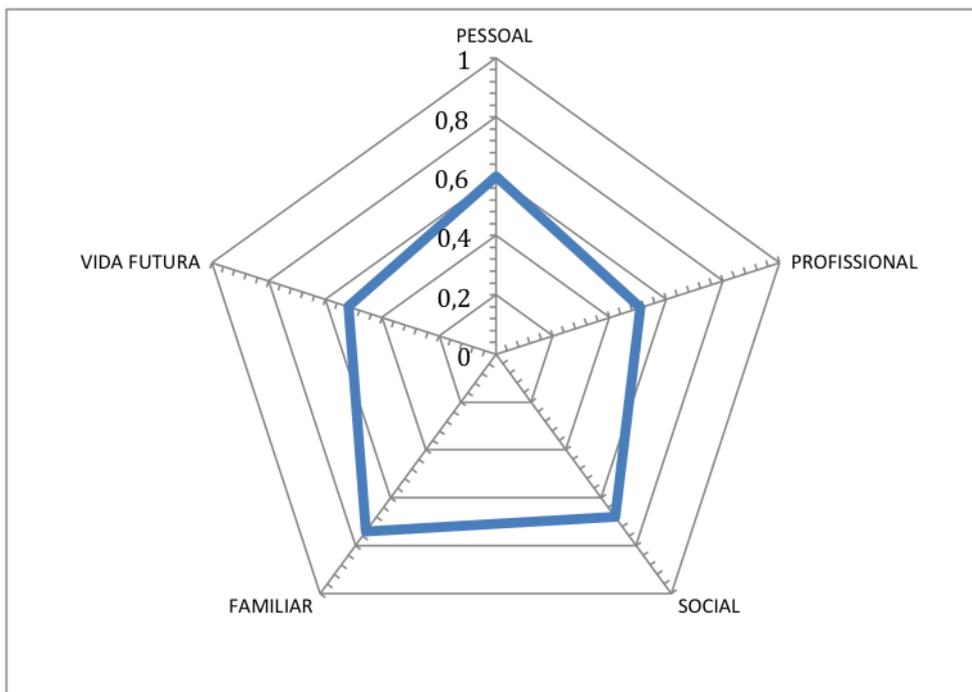


Figura 2.19: Representação Gráfica dos Resultados Obtidos

2.2.8 Considerações

A metodologia apresentada tem uma contribuição para a mensuração de impacto em projetos em que as dimensões são intangíveis através do estabelecimento de um consenso comum entre avaliadores para análise e ponderação das dimensões.

A aplicação de lógica fuzzy num sistema complexo envolvendo grande número de avaliadores, questões, dimensões e grupos de avaliados necessita de apoio computacional e oferece a oportunidade de múltiplas análises por meio da aplicação de técnicas de agrupamento, similaridade e localização por georreferenciamento.

Todas as informações formam um composto de material de trabalho que originam um sistema complexo de informações que permitem a tomada de decisão com a possibilidade de acompanhamento e monitoramento, estabelecendo em última instância a percepção visual do efeito e impacto das decisões sobre os indivíduos.

Capítulo 3

Materiais e Métodos

3.1 Referências pra a Criação da Metodologia

A condução e estruturação das informações foram ganhando corpo a partir dos inputs de REIS FILHO (2007)¹⁰, onde as bases do conceito da Cognição Estratégica - C-STRAT – foram elaboradas. Esta estruturação, baseada nos princípios de modelagem e planejamento de projetos do design Industrial, ganha sofisticação e força de ferramenta estratégica quando associada aos princípios da Lógica Fuzzy.

¹⁰A Metodologia C-Strat tem seu Depósito Nacional de Pedido de Patente sob o N PI.0806035-5
A2 / 23/09/2008

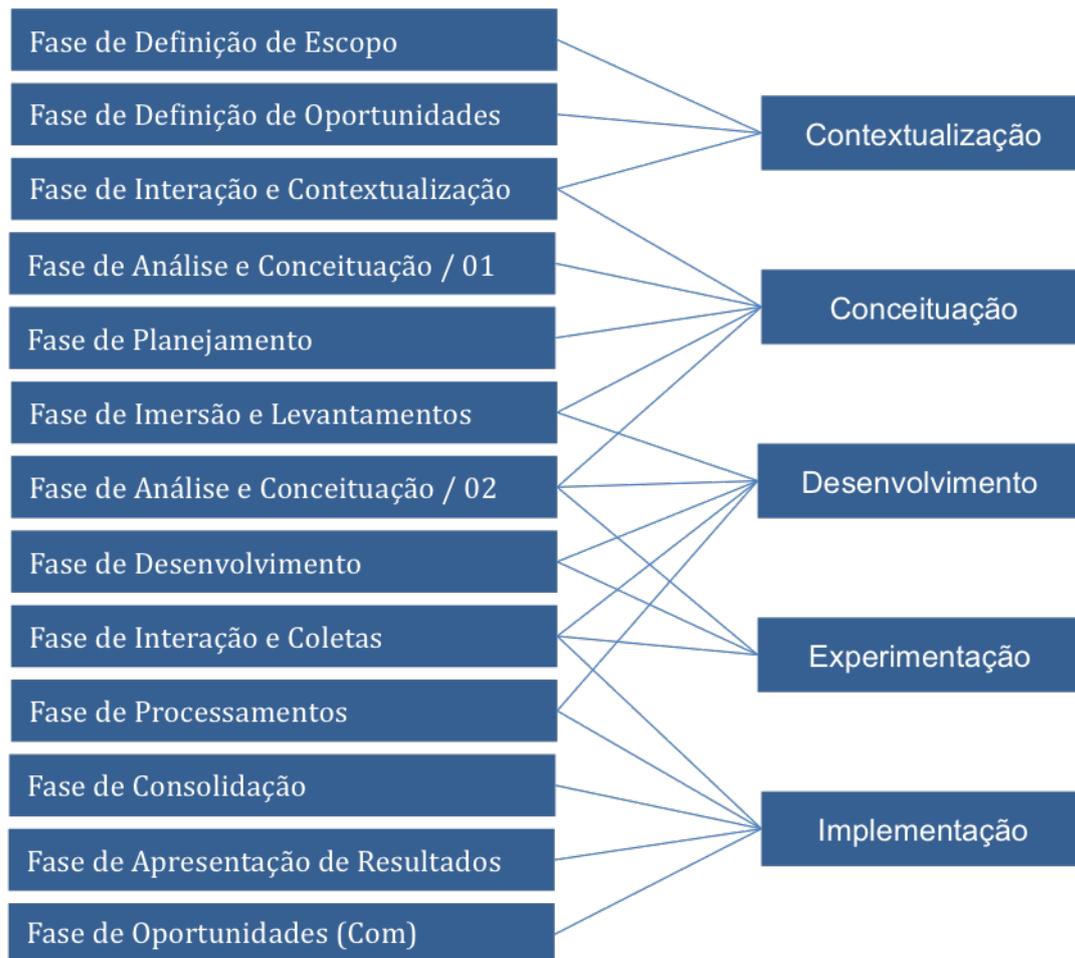


Figura 3.1: Fonte: Baseado na Metodologia C-Strat (Reis Filho)

Além da Metodologia Telessala, a avaliação foi referenciada também pela formulação original de Amartya Sen, que considera que o desenvolvimento de um país estaria atrelado à quantidade e à qualidade de oportunidades oferecidas à população. Nesse sentido, associa o exercício da cidadania à possibilidade de se fazer livres escolhas – pensar, trabalhar, consumir, dispor de saúde, acessar educação de qualidade e expressar livremente os pensamentos (SEN, 2012)¹¹.

Com base na certeza de que o conhecimento se dá na complementaridade das várias perspectivas da percepção humana, trabalhamos de forma a identificar grupos de especialistas – detentores de informações únicas e inusitadas baseadas em suas experiências e vivências – para, a partir daí, extrair e potencializar narrativas temáticas específicas.

Essa visão do desenvolvimento como expansão das liberdades, de Amartya Sen, oferece uma perspectiva distinta àquela que considera o desenvolvimento de um país apenas com o crescimento do PIB e/ou com o aumento das receitas pessoais, com a capacidade industrial e com o progresso tecnológico.

A ideia central da teoria de Amartya Sen tem como ponto de partida o foco na liberdade básica de sobreviver. Ou seja, aponta como essencial para um indivíduo ter opções e mobilidade para superar:

- privação de alimentos;
- privação de nutrição adequada;
- privação de cuidados de saúde;
- privação de saneamento básico ou água potável;
- privação de educação eficaz;
- privação de um emprego rentável;
- privação de segurança econômica e social; e

¹¹SEN, A. Mercados, justiça e liberdade. Entrevista concedida a Giuliano Guandalini. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/vasto-mundo/entrevista-imperdivel-com-o-nobel-de-economia-amartya-sen-ele-fala-sobre-china-india-brasil-e-diz-que-a-criese-na-europa-se-resolve-com-enfase-no-crescimento/>. Acessado em Dezembro de 2012.

- privação de liberdades políticas e direitos cívicos.

De forma complementar, semelhante aos pressupostos conceituais utilizados pela Metodologia Telessala, Schuller et al (2004, p.13)¹², também orientados pela teoria de Amartya Sen (1999)¹³, a abordagem da questão da transformação humana (social) é feita a partir de 3 pilares: capital de identidade (polo psicológico), capital humano (polo econômico) e capital social (polo político), com foco na expansão das liberdades e no poder de escolha, e caracteriza as seguintes capacidades:

¹²SCHULLER, T.; PRESTON, J.; HAMMOND, C.; BRASSETT-GRUNDY, A.; BYNNER, J. The Benefits of Learning: The impact of education on health, family life and social capital. London: RoutledgeFalmer, 2004.

¹³SEN, A. Development as Freedom, Oxford: Oxford University Press, 1999.

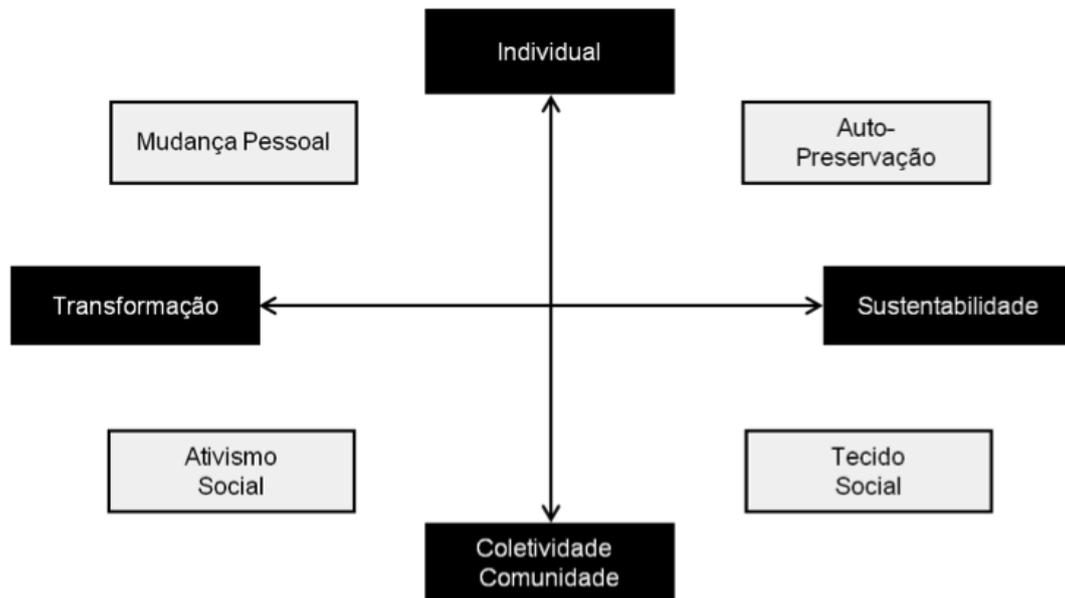


Figura 3.2: Fonte: Baseado na conceituação dos benefícios da aprendizagem de Schuller et all (2004, p.13)

Assim, baseado no quadro de Schuller et all (2004), acima, o projeto foi desenhado com a intenção inicial de capturar a essência da transformação, em consonância com o que a própria Metodologia Telessala propõe – orientando-se pelas dimensões individual, familiar, profissional, social e expectativa de futuro – acrescentando-se a estas a experiência particular da equipe.

3.2 A Observação Participante

Introduzida pela Escola de Chicago¹⁴, nos anos 1920, a técnica da observação participante abriu espaço para a perspectiva de explorações mais densas do tecido social. A ação como procedimento metodológico se refere a coleta, ordenação e apresentação de ‘evidências’ colhidas a partir de momentos de interação e integração com os grupos que vivenciam a realidade social.

Segundo Malinowski (1975)¹⁵, as estruturas socioculturais de uma coletividade estariam incorporadas e presentes, mesmo nos menores fragmentos da realidade. Dessa forma, a prática da inserção e imersão dos pesquisadores no campo estaria, também, concorrendo para a transformação ou implementação do objeto pesquisado.

Em nossa realidade, não passamos longos períodos no interior de pequenos grupos, mas sim, uma imersão intensa nos vários níveis dimensionais do fenômeno, o que nos permitiu usufruir do compartilhamento de seu cotidiano e do sentimento do que significa estar naquela situação.

A sequência do processo imersivo, ao passo que se valorizava como interação social, nos servia como medida de compreensão – via troca – dos significados, códigos e símbolos, além de nos possibilitar trocas essenciais de conhecimento – trazendo o corpo observador à interação com o campo de observação.

Assim, o corpo observador pode identificar e analisar os diferentes sujeitos sociais que compunham o fenômeno, tentando capturar as dinâmicas, conflitos, nuances e tensões existentes.

¹⁴A Escola de Chicago - grupo de pensadores da Universidade de Chicago - faz referência aos primeiros estudos dos meios urbanos. Combinando conceitos teóricos e pesquisa de campo de caráter etnográfico, o grupo atuou, inicialmente, para compreender a criminalidade e a delinquência, conflitos étnico-culturais e urbanos no cotidiano da Chicago dos anos 1920 e 1930, sob a liderança de Robert Park.

¹⁵MALINOWSKI, B. Uma teoria científica da cultura. São Paulo: Zahar,1975.

De forma pouco ortodoxa, seguimos algumas etapas essenciais da observação participante:

FASE 1: a **aproximação (inserção)** foi facilitada pelos grupos já envolvidos, ora da FRM, ora da Secretaria de Estado;

FASE 2: a **visão de conjunto (coleta de dados)** foi realizada com base em estudos históricos, documentais, registro do cotidiano, identificação de pessoas chave influentes, mapeamento das instituições envolvidas, levantamento da dinâmica econômica local e regional;

FASE 3: a **organização (sistematização)** dos dados coletados, em múltiplas plataformas, serviu de base para a representação da realidade social com densidade suficiente para apreensão/descrição dos significados fundamentais dos fatos e comportamentos observados.

3.3 A Pesquisa-Ação

A ideia da pesquisa-ação¹⁶ é a atuação conjunta e interdependente do corpo observador e dos atores do campo da realidade do fenômeno.

A Teoria do Campo Psicológico, de Lewin (1946)¹⁷, sugere que as tipologias individuais – de atitude e comportamento – estariam condicionadas pela dinâmica das tensões originadas das percepções que cada indivíduo tem de si mesmo e pelo ambiente psicológico em que se insere. Nesse espaço vital, descrito, se dariam as complexidades dos processos sociais, motivacionais e de construção das personalidades dos grupos humanos.

Assim, como no caso na observação participante, buscou-se, com esse suporte, elaborar um grande mapa atitudinal dos vários atores, segmentados pelas orientações e evidências que o envolvimento com o campo vai fornecer.

Com essa preocupação holística, busca-se a identificação das relações dos grupos de atores:

FASE 1: a relação do indivíduo com o ambiente, caracterizando como se dão os mecanismos de códigos e acordos subjetivos – de valores, convicções, cumplicidades e real coparticipação no cotidiano.

FASE 2: a relação do indivíduo com os outros indivíduos, caracterizando sua ação integrativa e comunicativa, de compartilhamento do saber – de confiança, comprometimento e colaboração nas tomadas de decisão.

A prática e a dinâmica comunicativa são essenciais nesse processo, uma vez que caracterizam as relações estabelecidas/ observadas entre o corpo observador e o campo e a manifestação dos próprios atores entre si, num desenho – ‘em construção’ – de conhecimento interpessoal.

¹⁶Um dos precursores desse estudo foi o psicólogo Kurt Lewin.

¹⁷LEWIN, K. Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, n. 2, p. *Journal of Social Issues* 34-36, 1946.

3.4 Metodologia para Mensuração do Impacto

Em termos gerais, a metodologia desenvolvida para avaliar o impacto do Projeto Travessia na vida dos estudantes formandos da Turma 2012-2013 foi constituída por dois conjuntos bem definidos de atividades: um, destinado a viabilizar a coleta e tratamento de dados e informações de uma forma prática e flexível, utilizando os mais adequados e modernos meios informáticos disponíveis, especialmente uma estrutura georreferenciada; e outro, destinado a realizar a avaliação do impacto propriamente, baseando-se em dois agregados principais de percepções: o agregado das percepções dos estudantes e o agregado de percepções dos professores, apropriados por questionários com perguntas fechadas, aplicadas a estudantes e professores, coordenadores e supervisores do Projeto (conforme figura abaixo).

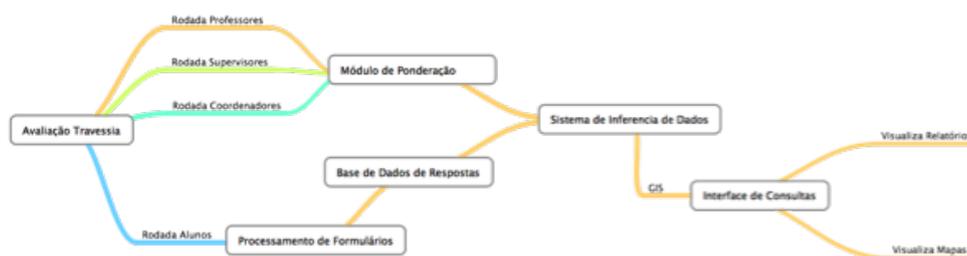


Figura 3.3: Figura: Estruturação Lógica da Coleta de Dados e Processamento por Sistema de Inferência.

O primeiro agregado de percepções que serviram de base para a avaliação foi formado pelas percepções dos estudantes quanto às transformações ocorridas em suas atitudes, crenças, hábitos, comportamentos, competências psicomotoras, capacidades cognitivas, habilidades e outros atributos entendidos como formadores das cinco dimensões de vida, cuja mudança percebida constituiria o elemento de informação central, revelador do impacto do Projeto na vida do estudante. Em razão disso e em face da dificuldade operacional, dos custos e da complexidade envolvidos numa sistemática capaz de abranger a totalidade dos estudantes do Projeto, um estudo analítico amostral foi realizado, em exercício conjunto com a equipe de especialistas da FRM, com a finalidade de definir o tamanho e

qualificação da amostra adequada, no nível das Gerências Regionais de Educação (GRE), conforme figuras dos mapas e amostra a seguir:

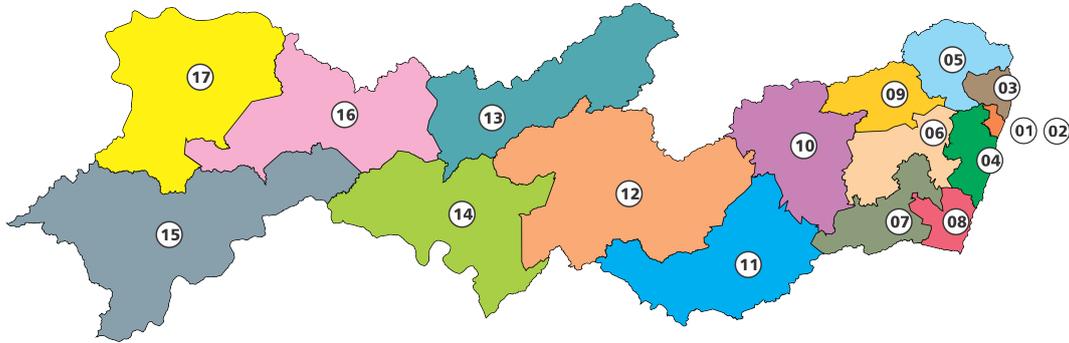


Figura 3.4: Divisão do Estado de Pernambuco em Gerências Regionais de Educação (GRE). Fonte: Adaptado do Site da Secretaria Estadual de Educação de Pernambuco.

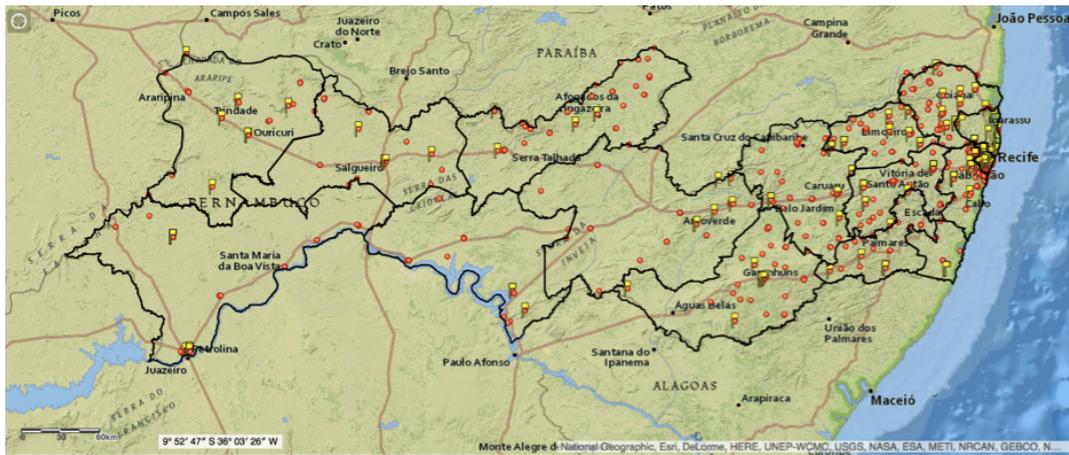


Figura 3.5: Escolas participantes do Projeto Travessia sinalizadas com pontos vermelhos e participantes da amostra pesquisada sinalizada por bandeiras amarelas.

GRE		ENSINO FUNDAMENTAL			ENSINO MÉDIO		
		POPULAÇÃO	AMOSTRA	AMOSTRA %	POPULAÇÃO	AMOSTRA	AMOSTRA %
1.	Recife Norte	411	108	26%	995	124	12%
2.	Recife Sul	1095	164	15%	1141	124	11%
3.	Metro norte	1563	225	14%	1879	255	14%
4.	Metro Sul	818	129	16%	1990	158	8%
5.	Mata Norte	151	78	52%	728	92	13%
6.	Mata Centro	284	141	50%	886	106	12%
7.	Mata Sul	171	108	63%	635	64	10%
8.	Litoral Sul	-	-	-	378	45	12%
9.	Vale do Capibaribe	84	53	63%	946	86	9%
10.	Agreste Centro Norte	705	129	18%	1281	117	9%
11.	Agreste Meridional	221	118	53%	1278	145	11%
12.	Sertão do Moxotó Ipanema	251	84	33%	1031	131	13%
13.	Sertão do Alto Pajeú	88	48	55%	302	44	15%
14.	Sertão do Sub Médio São Francisco	104	37	36%	255	36	14%
15.	Sertão Médio São Francisco	248	64	26%	933	86	9%
16.	Sertão Central	186	56	30%	679	100	15%
17.	Sertão do Araripe	430	67	16%	978	102	10%
TOTALS		6810	1609	24%	16315	1815	11%

■ Recife e Metro , ■ Mata , ■ Agreste e ■ Sertão

Figura 3.6: Amostragem definida para coleta de dados da avaliação do impacto do Projeto Travessia, com agregado de regiões por 04 macro regiões.

Essas percepções dos estudantes foram apropriadas por meio de perguntas fechadas, nas quais era solicitado que os estudantes fornecessem sua avaliação quanto à intensidade das mudanças ou transformações por que passaram no período de curso. As expressões linguísticas adotadas como respostas para descrever essa intensidade foram: MUITO, POUCO, QUASE NADA e NADA. A escolha dessas expressões visava a conferir o máximo de simplicidade às respostas, sem perder o foco da captura da percepção buscada. Dentro desse espírito de simplicidade, em princípio, apenas MUITO, POUCO e NADA seriam os valores linguísticos descritivos dessa percepção. Porém, mais tarde, nos trabalhos de validação dessas expressões junto à equipe da FRM, o valor QUASE NADA foi incluído como quarto valor – embora, a rigor, constituísse apenas um modificador do valor NADA - com a finalidade de prevenir o erro de tendência central comum nas avaliações subjetivas.

A seguir, um exemplo da página 1 do questionário de avaliação aplicado nos estudantes. O questionário, composto por cinco páginas, foi aplicado nas duas últimas semanas de aula. O estudante recebeu a instrução de preenchimento livre, após uma reflexão quanto a sua vida hoje, quando comparada com a sua vida antes de participar do Projeto Travessia.

Questionário para os Estudantes ★



Regional: _____

Município: _____

Escola: _____

Ensino: Fundamental () Médio ()

Turno: Manhã () Tarde () Noite ()

Gênero: Masculino ()	
Feminino ()	
Faixa Etária:	
15 a 20 ()	21 a 25 ()
26 a 30 ()	31 a 35 ()
36 a 40 ()	41 a 45 ()
46 a 50 ()	51 em diante ()

01 Comparando com o início do projeto, como você avalia, hoje: a sua capacidade de argumentar/defender ideias.

Minha capacidade aumentou:

MUITO POUCO QUASE NADA NADA

02 Comparando com o início do projeto, como você avalia, hoje: a sua participação na vida da sua comunidade.

Minha participação aumentou:

MUITO POUCO QUASE NADA NADA

03 Comparando com o início do projeto, como você avalia, hoje: a sua mobilização em situações de necessidade das pessoas a sua volta.

Minha mobilização aumentou:

MUITO POUCO QUASE NADA NADA

04 Comparando com o início do projeto, como você avalia, hoje: a sua capacidade de aceitação da diversidade cultural, religiosa e sexual das pessoas.

a. Minha capacidade de aceitação da diversidade cultural aumentou:

MUITO POUCO QUASE NADA NADA

b. Minha capacidade de aceitação da diversidade religiosa aumentou:

MUITO POUCO QUASE NADA NADA

c. Minha capacidade de aceitação da diversidade sexual aumentou:

MUITO POUCO QUASE NADA NADA

Figura 3.7: Exemplo de Página do Questionário Aplicado nos Estudantes.

Para o processamento desses questionários, foi utilizado aplicativo OCR para que fosse possível o escaneamento dos questionários em grande escala e o processamento dos dados com exportação direta a um Banco de Dados My SQL.

O outro agregado de percepções foi o dos professores, supervisores, coordenadores e pesquisadores do LAB FUZZY. Esse agregado procurou apropriar a abrangência e o grau de importância dessas questões na vida dos estudantes. Para essa tarefa, a vida dos estudantes foi dividida em cinco dimensões: PESSOAL, FAMILIAR, SOCIAL/ COMUNITÁRIA, PROFISSIONAL/ TRABALHO e EXPECTATIVA FUTURA. A rationale para essa divisão foi que ela permitiria aos professores realizarem essa classificação/ abrangência e expressarem sua avaliação quanto ao grau de importância das questões de uma forma mais tranquila, partindo da premissa de que essa estratificação facilitaria a identificação dos diferentes atributos cobertos pelas questões, bem como sua importância nas cinco dimensões escolhidas. Um questionário construído com essa finalidade foi elaborado para capturar a percepção dos professores. A aplicação desse questionário ocorreu através da internet utilizando ferramenta Google Forms. A ferramenta permitiu distribuir links aos professores, através de e-mail, e coletar as respostas com centralização direta em base de dados.

Além das respostas para a distribuição dos pesos das dimensões de transformação na vida do estudantes, os grupos de profissionais de educação responderam a três perguntas de qualificação, quanto a experiência profissional, permitindo uma ponderação das respostas de profissionais triados como mais experientes. As perguntas referiram-se ao tempo de trabalho em educação, ao tempo de exercício na função atual e ao tempo de participação no projeto. A concatenação destas questões permitiu estabelecer diversos graus de pesos atuantes no sistema de inferência fuzzy.

Para esse fim, foram utilizadas as expressões linguísticas ALTA, MÉDIA, BAIXA e NÃO SE APLICA, como respostas a serem dadas pelos professores. A seguir exemplo de um item:

1. Comparando com o início do projeto, como você avalia, hoje: a sua capacidade de argumentar/defender ideias. *

	BAIXA IMPORTÂNCIA	MÉDIA IMPORTÂNCIA	ALTA IMPORTÂNCIA	NÃO SE APLICA
PESSOAL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FAMILIAR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PROFISSIONAL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SOCIAL/COMUNITÁRIA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EXPECTATIVA DE VIDA FUTURA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 3.8: Exemplo de coleta de pesos das dimensões avaliadas nos questionários de professores. Imagem fracionada do Questionário de Professores aplicado através de ferramenta Google Form.

3.5 Fundamentos Lógico-Matemáticos da Abordagem Fuzzy

O potencial fundamental da solução de problemas por modelagem matemática fuzzy é justamente o de manipular matematicamente e de maneira formal, variáveis reconhecidas como qualitativas, tais como INTENSIDADE de transformações, IMPORTÂNCIA de atributos, ou IMPACTO de uma metodologia, normalmente avaliadas por percepção, absorvendo as características de vagueza e ambiguidade e minimizando a imprecisão dos resultados obtidos.

Como a modelagem matemática fuzzy trabalha com a noção de parcialidade dos atributos dessas variáveis qualitativas (ou linguísticas), a forma de representar os valores de tais variáveis é feita por meio de conjuntos fuzzy. No contexto das engenharias, variáveis com vieses qualitativos, tais como TEMPERATURA, IDADE etc., cujos valores linguísticos podem ser, respectivamente, por exemplo, “alta”, “baixa”, “jovem” e “idoso”, têm normalmente unidades físicas (C, anos de idade) como suporte numérico para as representações gráficas dos conjuntos fuzzy correspondentes. Essas variáveis linguísticas têm natureza físico-material.

Quando, no entanto, a variável linguística não tem essa natureza físico-material, mas, ao contrário, suas características são de objetos puramente mentais e abstratos,

é comum usar para suporte a unidade. O espaço unitário (ou normal) adotado é, então, geometricamente dividido de forma que os recobrimentos dos conjuntos fuzzy representativos dos valores linguísticos modelem uma simetria perfeita desse espaço. Em ambos os casos, porém, esse suporte é representado no eixo das abcissas (x), enquanto o eixo das ordenadas (y) é reservado sempre para as pertinências desses valores.

Enquanto a teoria clássica dos conjuntos trabalha relações entre elementos dos conjuntos como PERTENCE e NÃO PERTENCE, a teoria dos conjuntos fuzzy trabalham com o GRAU DE PERTENCIMENTO (pertinência “”) dos elementos em um conjunto. No exemplo abaixo, temos o conjunto da esquerda (lógica clássica) em que os pontos “a” e “b” tem pertencimento claramente definido pela fronteira do contorno da elipse, representando o limite do conjunto. No conjunto da direita (lógica fuzzy), o ponto “c” está localizado em uma região em que o limite do conjunto não é claramente definido, representando uma área de transição nebulosa

18.

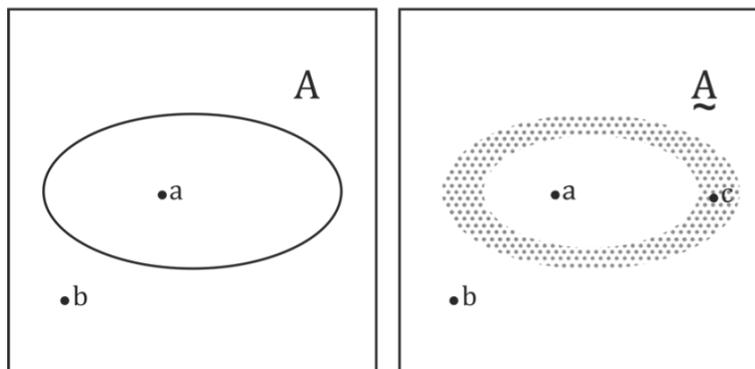


Figura 3.9: Ilustração comparativa entre conjuntos ”crisp”(esquerdo) e conjuntos fuzzy”(direito). Fonte: Adaptado de ROSS (2010).

No exemplo abaixo, apresentamos a análise de FEBRE à luz das duas visões, da lógica clássica e da lógica fuzzy, no qual percebemos como os termos linguísticos “BAIXA”, “MODERADA” e “ALTA” são tratadas de maneira distinta.

¹⁸ROSS, Timothy J. Fuzzy Logic with engineering applications. 3rd edition. UK: John Wiley and Sons Ltd, 2010.

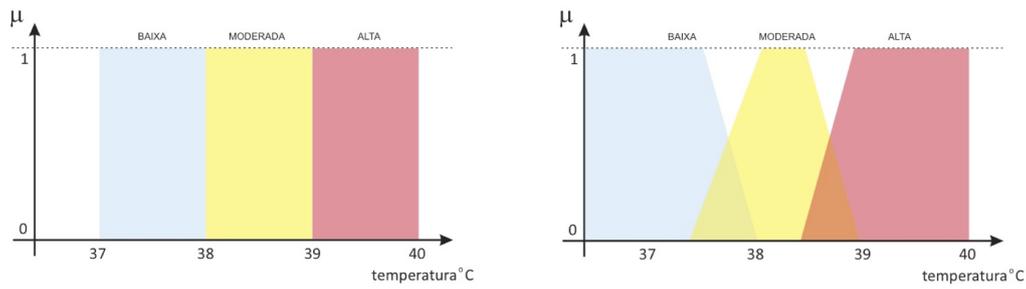


Figura 3.10: Ilustração comparativa entre conjuntos "crisp" à esquerda e conjuntos "fuzzy" à direita na representação de FEBRE.

Enquanto a abordagem lógica clássica apresenta limites claramente definidos, a abordagem da lógica fuzzy apresenta a superposição dos limites. Linguisticamente, podemos dizer, de acordo com o exemplo abaixo, que um paciente com 37,7°C de febre, tem medida entre "BAIXA" e "MODERADA". Isso ocorre por conta da área de transição nebulosa existente entre os valores linguísticos.

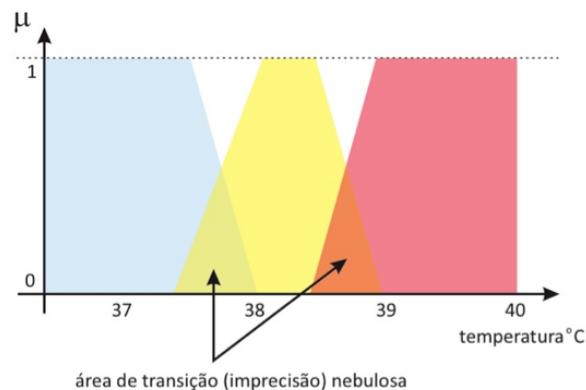


Figura 3.11: Ilustração destacando as áreas de transição entre valores linguísticos para FEBRE.

Conjuntos fuzzy podem ser representados de diversas formas, dependendo das funções de pertinência associadas. Podemos ter conjuntos fuzzy representados por triângulos, por trapézios, por funções gaussianas, funções exponenciais etc. As formas mais simples e mais utilizadas são os triângulos e trapézios, devido à facilidade de manipulação computacional. Nesses casos, denominamos esses

números de fuzzy triangulares e fuzzy trapezoidais.

Neste trabalho, optamos por números fuzzy trapezoidais. A razão dessa escolha recai no fato de que esses números são capazes de representar adequadamente a imprecisão natural da percepção humana dos fenômenos físicos ou mentais. Nessa representação, a base superior do trapézio, isto é, o intervalo dos valores-suporte do conjunto fuzzy com pertinência 1 (ou o núcleo do número fuzzy), representa graficamente esta imprecisão ou, em outras palavras, a incapacidade de observar diferenças entre os valores-suporte do núcleo, representados pelo intervalo onde a pertinência é máxima, enquanto os lados do trapézio já revelam e representam essa capacidade perceptiva de observar diferenças de pertinência, até o limiar de pertinência zero, tanto à direita quanto à esquerda do núcleo. Observe-se que, entre dois números fuzzy trapezoidais consecutivos, existe uma área de transição nebulosa (fuzzy), na qual essa capacidade perceptiva de variação da pertinência é representada de maneira consistente. Na progressão para direita nessa área de transição, os valores do suporte no número fuzzy anterior vão diminuindo em pertinência de 1 até zero, enquanto no posterior vão aumentando de zero até 1.

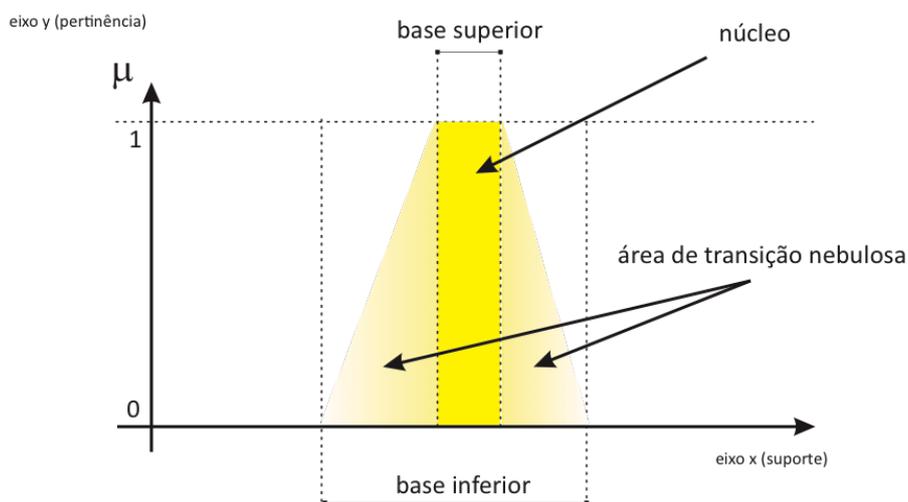


Figura 3.12: Ilustração de Número Fuzzy Trapezoidal com destaque para as zonas nebulosas.

Com esses fundamentos lógico-matemáticos, todos os valores das variáveis envolvidas na avaliação do IMPACTO do Projeto Travessia na vida dos estudantes

foram modelados como números fuzzy trapezoidais. Para fins de ilustração, seguem, na figura a seguir, as representações gráficas dos números fuzzy trapezoidais utilizados na modelagem desses valores.

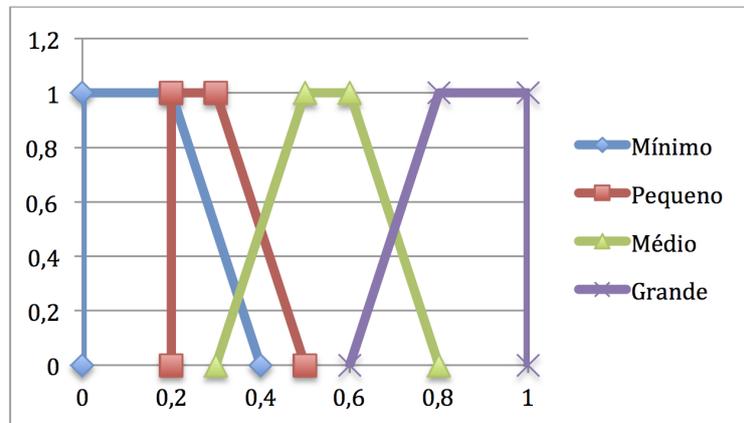


Figura 3.13: Padrão de conjuntos para a comparação dos resultados do impacto.

3.6 Mas o que esses Números Fuzzy Realmente Representam?

Bem, quando os estudantes respondem a qualquer das vinte e cinco perguntas do questionário, eles devem responder, escolhendo um dos seguintes valores linguísticos alternativos: MUITO, POUCO, QUASE NADA ou NADA. Nesse questionário, as questões se referem a mudanças de atitude, comportamento, relacionamento etc. na vida dos estudantes, e estes são induzidos a responder de uma forma positiva. De um modo geral, as perguntas são do tipo: “melhorou?”, “aumentou?” etc. Esses números fuzzy representam, portanto, a intensidade dessas mudanças na percepção dos estudantes.

Já no questionário dos professores (coordenadores, supervisores etc.), o objetivo foi capturar as percepções do grau de pertinência que os atributos objetos de mudança contidos nas questões apresentavam nas cinco dimensões adotadas. Ao opinar sobre esse grau de pertinência, os professores (coordenadores, supervisores etc.) foram solicitados a responder indicando a importância (ALTA, MÉDIA, BAIXA e NÃO SE APLICA) que as questões (contendo aqueles atributos) tinham para essas dimensões.

Por exemplo, um professor poderia achar (de acordo com sua percepção) que uma determinada questão era pertinente à dimensão PESSOAL com ALTA importância, à dimensão FAMILIAR, com MÉDIA importância, à dimensão profissional com BAIXA importância, à SOCIAL com ALTA importância e à FUTURA com NÃO SE APLICA. Em outra questão, ele poderia achar tudo diferente. Outro professor poderia achar outra coisa similar ou diferente.

Uma média aritmética simples das avaliações de pertinência/ importância, atribuídas pelos professores a cada uma dessas questões para as diferentes dimensões, resulta na importância média de cada uma dessas questões nessas dimensões. Essa média é utilizada para ponderar a avaliação ou resposta dos estudantes a cada uma das questões e, dessa forma, possibilitar o cômputo de uma

média ponderada fuzzy de resultados ou agregados finais por dimensão.

Os agregados finais por dimensão obtidos dessa forma podem ser então comparados aos valores GRANDE, MÉDIO, PEQUENO e MÍNIMO, modelados como referenciais representativos do IMPACTO do Travessia na vida dos estudantes, conforme mostrado no Espaço Euclidiano Normalizado (com valores variando entre o ZERO e o máximo de UM).

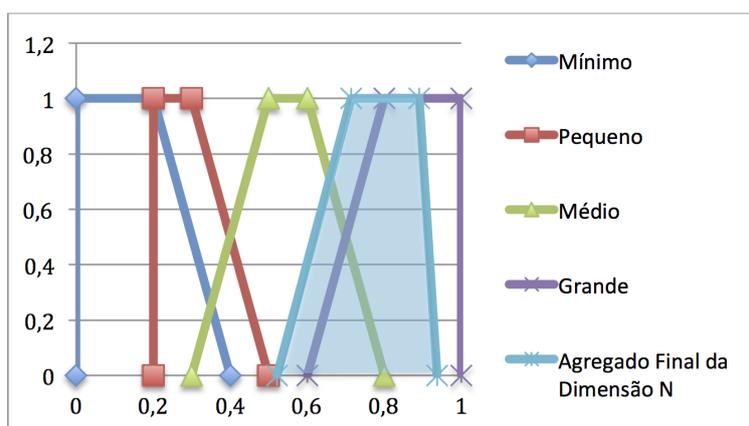


Figura 3.14: Exemplo de resultado comparado com os números fuzzy referenciais de resultado.

Essa comparação pode ser realizada de maneira informal, mediante verificação visual da proximidade do trapézio representativo do agregado final com os trapézios representativos do IMPACTO. A maior proximidade a um valor de referência do IMPACTO revela a tendência desse agregado final, representando o impacto em cada dimensão.

A comparação também pode ser feita de maneira formal, usando como critério a distância assimétrica entre a média dos máximos desse agregado final e as médias dos máximos dos valores de referência do IMPACTO. A menor distância assimétrica indica a tendência do IMPACTO. Note que os máximos de um número fuzzy trapezoidal são aqueles valores do suporte que têm pertinência 1, isto é, são os valores do suporte que delimitam a base superior do trapézio ou o núcleo do número fuzzy.

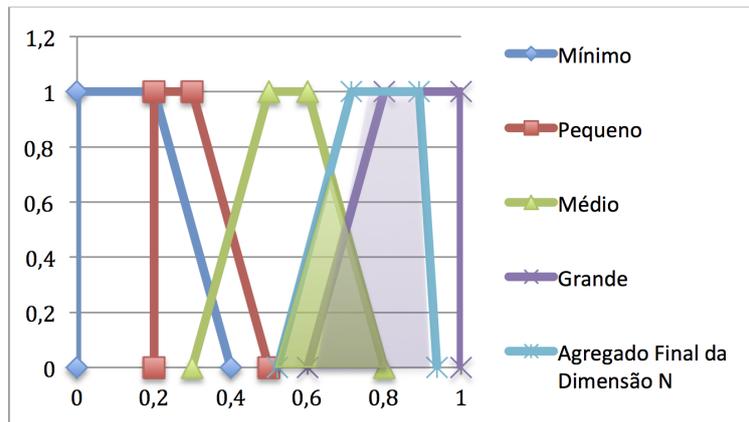


Figura 3.15: Exemplo de análise de resultados por verificação visual. A área marcada em VERDE representa a participação do resultado no conjunto MÉDIO e a área ROXA a participação do resultado no conjunto GRANDE.

Outra maneira formal de fazer essa comparação seria pelo centroide desse agregado final frente ao centroide dos valores de referência do IMPACTO. Esse critério, porém, embora bastante usado nas engenharias, é matematicamente mais complexo. Por razões de simplicidade, porque para o nível de agregação dos resultados as imprecisões já se encontram minimizadas, adotamos a média dos máximos como critério de comparação. Como exemplo, mostra-se, a seguir, o agregado das percepções dos estudantes (embutindo as respectivas ponderações de importância) da Regional.

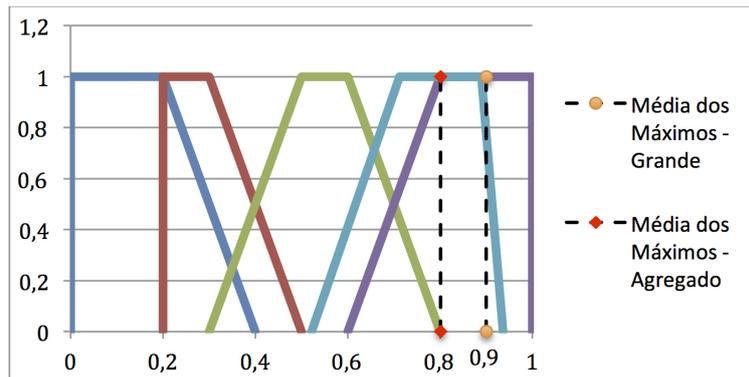


Figura 3.16: Apresentação das distâncias euclidianas entre a média dos máximos do impacto em relação a média dos máximos do conjunto representativo do impacto grande.

3.7 Sistemática da Ação do Projeto

A estratégia de ação envolveu 3 fases distintas: imersão, coleta e tratamento de dados. A primeira reunião formal com a equipe de educação ocorreu no dia 10 de outubro de 2013, quando definiu-se a cronologia e as fases de Projeto.

Foi necessário um esforço conjunto entre a FRM e a gestora de projetos Klam Multimídia para a reunião de uma equipe especialista em fuzzy, composta por pesquisadores participantes do LAB FUZZY da COPPE UFRJ e com o relevante apoio institucional da Agência UFRJ de Inovação.

3.7.1 Imersão

Com o tempo restrito o trabalho foi desenvolvido em cooperação com a equipe de educação da FRM, com o intuito de apropriar-se do conhecimento especialista e amadurecido da equipe. Nesse contexto, a realização de reuniões na FRM e de visitas ao campo de pesquisa compuseram a fase de imersão dos pesquisadores para melhor entendimento da realidade de projeto Travessia.

Após delineamento do planejamento, ocorreu a primeira visita ao projeto Travessia em Pernambuco num encontro com coordenadores das 17 GREs e a equipe local da FRM. Nesse encontro, o objetivo foi realizar uma primeira apresentação da lógica fuzzy e dos desafios da avaliação utilizando essa lógica. Foi definida, na ocasião do encontro, a participação de cada um no processo de avaliação.

No mesmo período, foram visitadas algumas escolas na região de Olinda, Jaboatão dos Guararapes e foram até Bezerros para conversar com a supervisão da área, visando à realização de entrevistas com participantes do projeto Travessia e obtendo algumas percepções para a composição das ferramentas/ instrumentos que foram aplicados na coleta de dados.

Após essa primeira fase de visitas ao campo, e apoiados pela experiência da equipe de educação da FRM, foi desenvolvido um primeiro esboço de questionário que foi refinado e validado pela equipe da FRM, para aplicação em formato on line, através da ferramenta Google Form.



Figura 3.17: Escola em Jaboatão dos Guararapes/PE.

3.7.2 Coleta

Para deflagrar o processo de coleta de dados com os estudantes, um seminário envolvendo a equipe local da FRM, coordenadores e principais supervisores das GREs, foi organizado em Gravatá, onde estavam presentes 40 participantes. A abertura do seminário contou com a presença da Gerente de Educação da FRM e da equipe do LABFUZZY com sensibilização dos profissionais de educação quanto à importância da inserção de uma nova metodologia de avaliação do impacto de projetos socioeducacionais com lógica fuzzy. Nesse momento foram realizadas dinâmicas de grupo e exercícios práticos, visando familiarizar os profissionais com o instrumento de coleta e com as instruções para a aplicação da pesquisa nas escolas componentes da amostragem definida.



Figura 3.18: Encontro com a Profa. Silvani em Bezerros/PE.

3.7.3 Tratamento

Uma vez aplicados e recebidos os questionários dos estudantes, a equipe do LABFUZZY prosseguiu em trabalho para a tabulação de dados dos formulários, processamento de informações, composição de sistemas de inferência, criação de bases de dados, criação e sistematização de pontos de coleta, modelagem de sistema georreferenciado, criação de programação lógica de sistemas de interpretação e redação de relatório.

O resultado da pesquisa está apresentada aqui de maneira consolidada em diferentes amostragens: por GRE, por Municípios, por escolas.

3.8 Resultados da Metodologia

Como resultado, indicadores de transformação foram extraídos e plotados, obtidos em uma visão conjunta de mais de 300 profissionais de educação participantes da pesquisa. Considerados seus níveis de experiência, tempo em que trabalham em educação, exercem seus cargos e participam do Projeto Travessia, foram

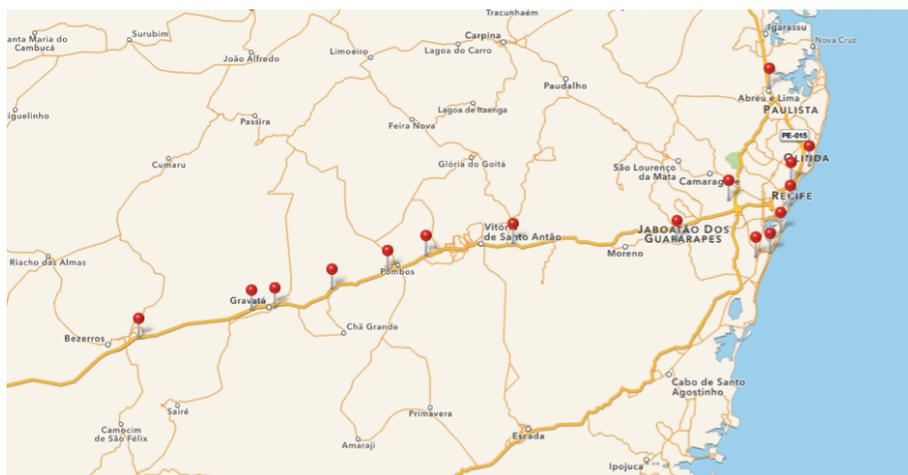


Figura 3.19: Pontos visitados na fase de imersão do trabalho para a composição do Questionário de Pesquisa.



Figura 3.20: Vilma Guimaraes – Gerente de Educação da FRM realizando abertura do Seminário.

apropriados importantes conhecimentos sobre seus ambientes de atuação e sobre capacidades de resposta e interpretação de seus estudantes. Estes, por outro lado, foram representados em 2.885 questionários referentes às transformações em suas capacidades individuais atuais, quando comparadas ao tempo em que iniciaram sua participação no Projeto Travessia.

Fato relevante é que, na aplicação da pesquisa, parte dos questionários retornou em branco e uma pequena parte não pôde ser validada. Dado que as amostras representavam com grande folga as populações pesquisadas para a obtenção de um índice de confiabilidade superior a 95%, a perda existente na



Figura 3.21: Getúlio Marques Martins, pesquisador do LABFUZZY COPPE UFRJ, apresentando “Introdução à Lógica Fuzzy” em Gravatá/PE.

coleta e processamento das informações não prejudicou o resultado final da pesquisa.

Um conjunto de lições, aprendidas nesse processo de tratamento dos dados extraídos dos formulários de papel para bases digitais, foram importantes para a intenção de promover a aplicação dessa metodologia em grande escala, permitindo a aproximação da amostra à população até o nível censitário.

O resultado dessa avaliação, inserido num sistema gestão de informações, provê um mapa perceptivo, com possibilidade de interpretação regionalizada, obtida através da visão de plotagem de dados georreferenciados, localizados sobre os pontos de coleta. Da mesma forma, possibilita uma visão agregada dessas dimensões em comparativos que oscilam entre a amostragem relativa mínima de grupo de estudantes de uma turma e uma amostragem macro representativa do Estado de Pernambuco.

A condição encontrada para exibição dessas informações foi a constituição de um sistema informático de visualização, capaz de apresentar, em uma interface

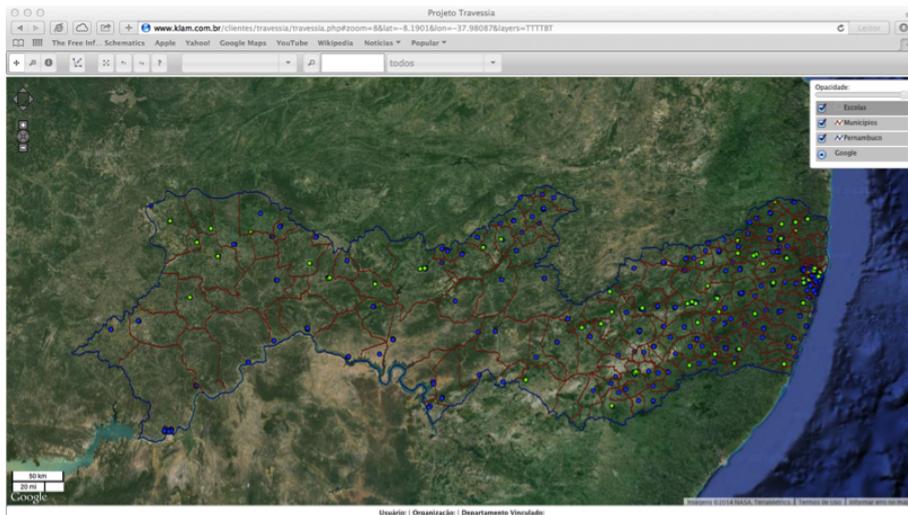


Figura 3.22: Tela do aplicativo web de visualização de dados por interface georreferenciada.

gráfica, a presença ou ausência destas dimensões em formato de mapa geoprocessado.

Esses dados são representativos para a formação de uma série histórica de avaliações que permitirá verificar, ano a ano, a evolução dos projetos e da manutenção de seus objetivos de inclusão e resgate da autoestima cidadã, trabalhando os grupos de estudantes excluídos da educação tradicional, por estarem fora da idade regular de ensino, se balizados pela educação clássica.

A inclusão de novas camadas de dados, sejam avaliações, sejam informações ambientais, que retratam a realidade destas diferentes regiões, considerando a existência de polos de desenvolvimento urbano, industriais, transformadores do ambiente socioeconômico por natureza direta, indireta ou induzida, permitirá a melhor compreensão desses resultados e dos reflexos dessas interferências. Essa compreensão, por sua vez, permitirá a intervenção em caráter público, privado ou conjunto, manifestada por ações do terceiro setor, como forma de ajuste, preservação ou interferência nas regiões pesquisadas.

Capítulo 4

Resultados do Trabalho

O resultado final do estudo é exibido em um conjunto de gráficos comparativos entre as diversas amostragens, a saber: o ESTADO DE PERNAMBUCO, as GREs, os MUNICÍPIOS e, por fim, as ESCOLAS. A fragmentação do frame de análise da dimensão do ESTADO DE PERNAMBUCO até a dimensão de ESCOLA nos permite identificar possíveis oportunidades.

O formato de exibição de resultados adotado permite a comparação visual entre PENTÁGONOS, compostos pelas cinco dimensões analisadas (PESSOAL, FAMILIAR, PROFISSIONAL, SOCIAL e FUTURO) e nos fornece as diferenças entre as diversas amostras e universos de análise. O gráfico de PENTÁGONO é formado considerando os cinco vértices da figura geométrica como cada uma das cinco dimensões.

A partir do método de defuzzificação, os números trapezoidais dos resultados são convertidos para valores numéricos da matemática clássica, reduzidos para um valor único por dimensão através do método da média dos máximos, exibido anteriormente. No centro do PENTÁGONO, o valor “ZERO” e nas suas extremidades o valor “UM”, representam os limites do intervalo de respostas. Os pontos dos vértices do PENTÁGONO são marcados então com os valores atingidos por dimensão na amostragem definida para a análise.

A figura a seguir apresenta como os números fuzzy, convertidos pela média dos

máximos, desenham os PENTÁGONOS de resultado comparativos.

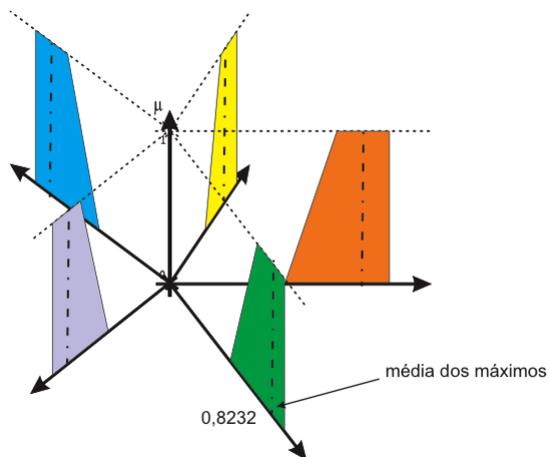


Figura 4.1: Formação dos Pentágonos de Comparação a partir dos Números Fuzzy das Dimensões.

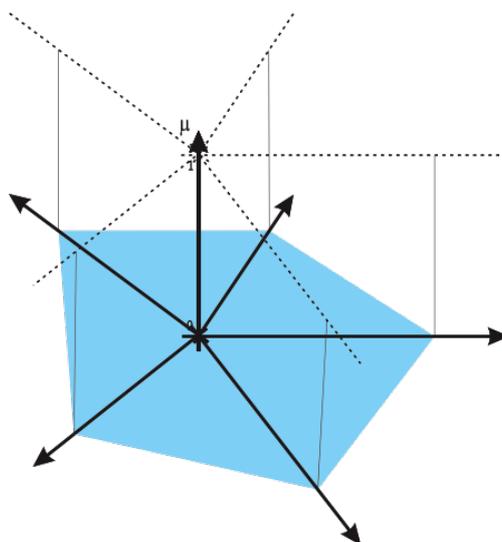


Figura 4.2: Formação dos Pentágonos de Comparação a partir dos Números Fuzzy das Dimensões - Projeção.

A seguir, apresenta-se no gráfico um exemplo de resultados até o nível de escola:

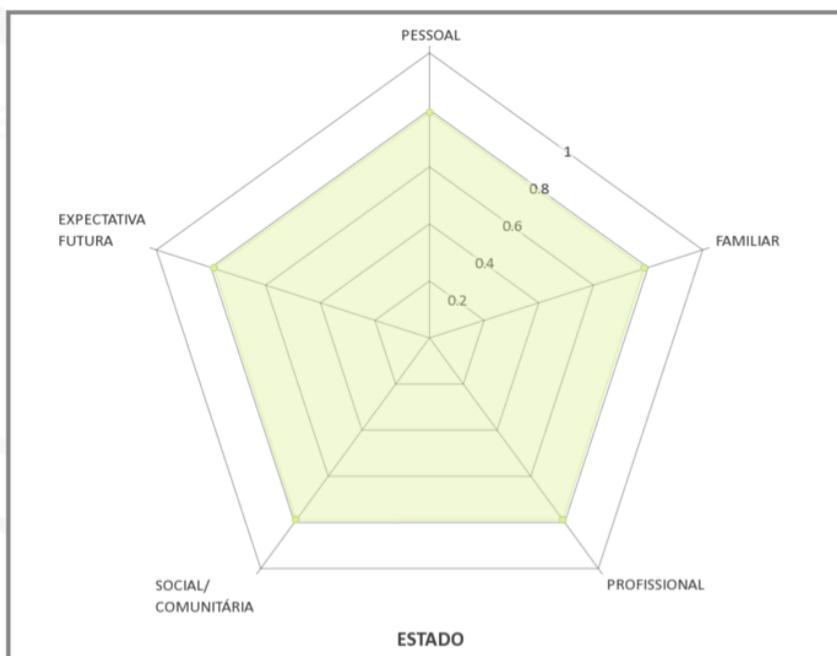


Figura 4.3: Exemplo de Página do Relatório de Gráficos Comparativos.

ESTADO: PERNAMBUCO
CICLO: FUNDAMENTAL

QUESTIONÁRIOS VÁLIDOS 1330
QUESTIONÁRIOS APLICADOS 1609
% DE DADOS VÁLIDOS 82.66%
POPULAÇÃO 6810
% DA AMOSTRA 19.53%

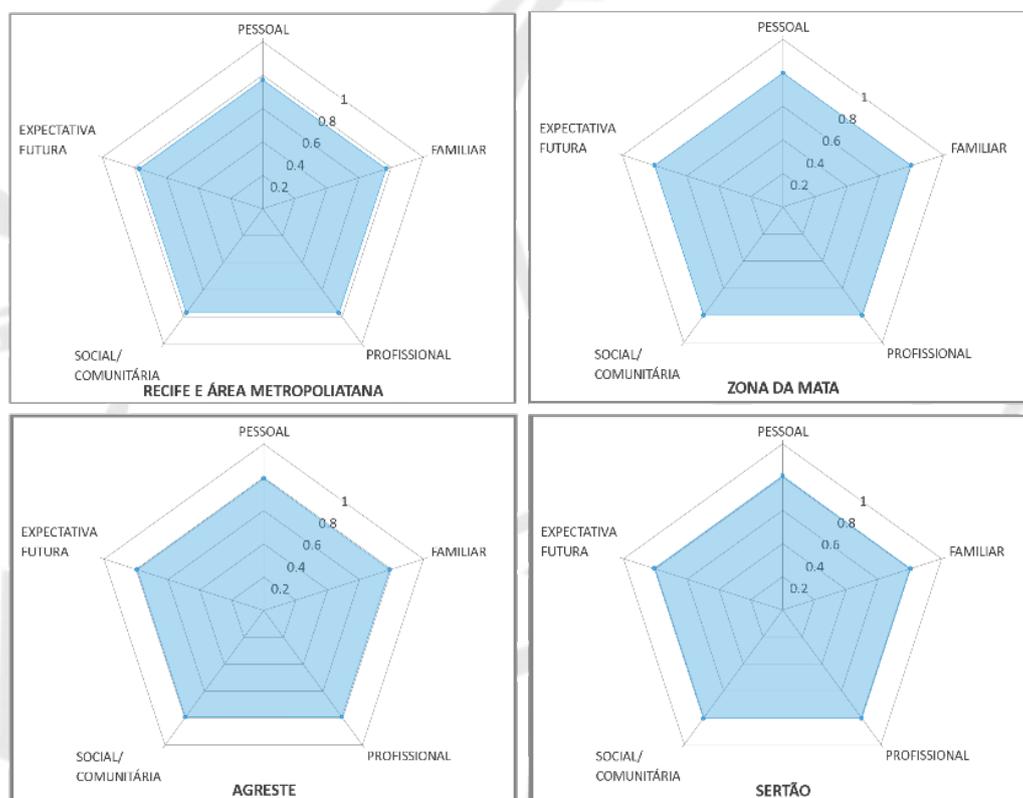
COMPARATIVO RELACIONAL ESCALA x DIMENSÃO



ESCALA X DIMENSÃO	PESSOAL	FAMILIAR	PROFISSIONAL	SOCIAL/COMUNITÁRIO	FUTURO
ESTADO	0.7898	0.7882	0.7895	0.7894	0.7891

Figura 4.4: Gráfico Comparativo do Ensino Fundamental para o Estado de Pernambuco.

Os resultados do Ensino Fundamental serão apresentados pelas quatro Macro Regiões : Recife/Metropolitana; Mata; Agreste; Sertão



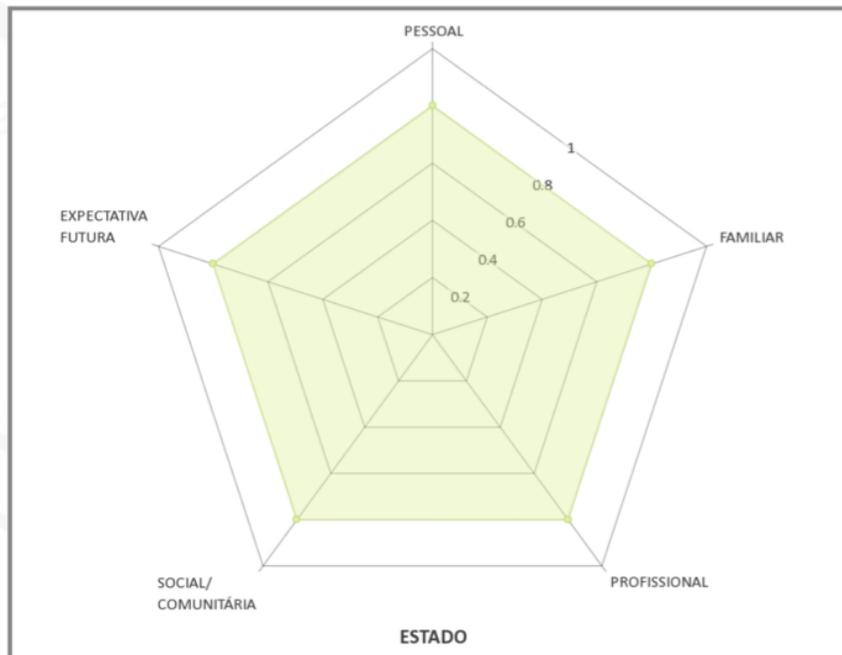
ENSINO FUNDAMENTAL	PESSOAL	FAMILIAR	PROFISSIONAL	SOCIAL	FUTURO
ESTADO DE PERNAMBUCO	0,7898	0,7882	0,7895	0,7894	0,7891
MACRO REGIÕES					
RECIFE E ÁREA METROPOLITANA	0,7712	0,7697	0,7710	0,7710	0,7705
ZONA DA MATA	0,8	0,7984	0,7997	0,7996	0,7992
AGRESTE	0,7929	0,7913	0,7926	0,7925	0,7921
SERTÃO	0,8067	0,8051	0,8064	0,8063	0,8059

Figura 4.5: Resultados do Ensino Fundamental pelas quatro Macro Regiões

ESTADO: PERNAMBUCO
CICLO: MÉDIO

QUESTIONÁRIOS VÁLIDOS 1487
QUESTIONÁRIOS APLICADOS 1815
% DE DADOS VÁLIDOS 81.93%
POPULAÇÃO 16315
% DA AMOSTRA 9.11%

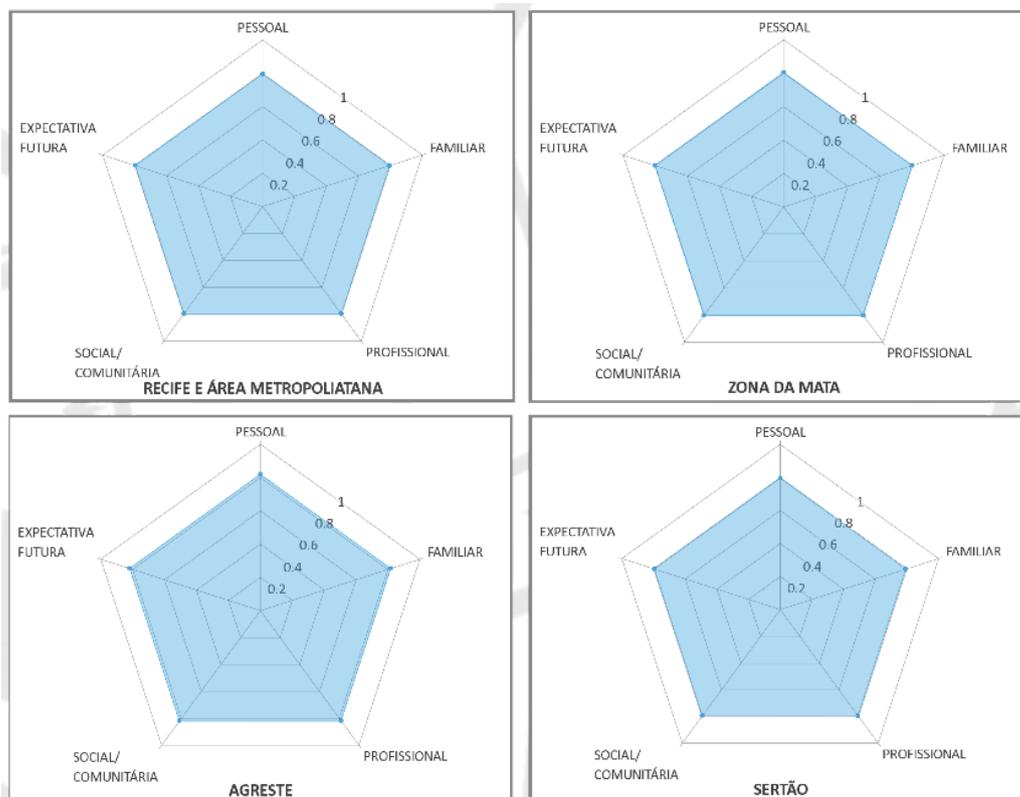
COMPARATIVO RELACIONAL ESCALA x DIMENSÃO



ESCALA X DIMENSÃO	PESSOAL	FAMILIAR	PROFISSIONAL	SOCIAL/COMUNITÁRIO	FUTURO
ESTADO	0.8012	0.7997	0.801	0.8009	0.8005

Figura 4.6: Gráfico Comparativo do Ensino Médio para o Estado de Pernambuco.

Os resultados do Ensino Médio serão apresentados pela quatro Macro Regiões: Recife/Metro, Mata, Agreste, Sertão.



ENSINO MÉDIO	PESSOAL	FAMILIAR	PROFISSIONAL	SOCIAL	FUTURO
ESTADO DE PERNAMBUCO	0,8012	0,7997	0,801	0,8009	0,8005
MACRO REGIÕES					
RECIFE E ÁREA METROPOLITANA	0,7968	0,7952	0,7965	0,7964	0,7960
ZONA DA MATA	0,8034	0,8019	0,8032	0,8031	0,8027
AGRESTE	0,8196	0,818	0,8193	0,8192	0,8189
SERTÃO	0,7951	0,7935	0,7948	0,7947	0,7944

Figura 4.7: Resultados Comparativos do Ensino Médio das Macro GREs.

Como pode ser visto nos gráficos anteriores, que sintetizam os resultados finais da avaliação do Impacto do Projeto Travessia na vida dos estudantes da Turma 2012/2013 para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, os valores ratificam a percepção geral do impacto por ele exercido nas cinco dimensões da vida dos estudantes, já relativamente partilhada por estudantes, professores, supervisores, coordenadores e gerência desse Projeto. Observa-se que os valores listados nessas tabelas situam-se num patamar alto, próximos de 0,8 (limite inferior de pertinência máxima do valor “GRANDE”), configurando praticamente um grande impacto.

Relembramos que os valores mostrados nesses gráficos constituem as médias dos máximos valores de pertinência de agregados finais, representativos das mudanças ocorridas nessas cinco dimensões de vida dos estudantes, conforme suas percepções. Estas, por sua vez, ponderadas pela percepção de importância atribuída pelos professores a cada uma das questões com pertinência nessas dimensões

Tomando como exemplo a Dimensão Pessoal da vida dos estudantes, pode-se notar que, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, o correspondente impacto no interior do Estado (Sertão, no Ensino Fundamental, e Agreste, no Ensino Médio) mostra-se maior que na Região de Recife e Área Metropolitana.

De uma perspectiva cultural, isso pode ser explicado pela cultura mais massificada nas regiões urbanas e metropolitanas, em contraste com as regiões mais afastadas da capital do estado ou metrópole regional, o que, de forma relativamente “leve”, desmistifica um pouco essa ideia de globalização da cultura veiculada pelas mídias. Aqui se trata de uma análise apriorística, a partir de uma visão particular, que poderá mostrar-se completamente diferente se for usada uma grade conceitual bem definida pelos profissionais da Pedagogia.

As diferenças são relativamente pequenas, mas já podem ser usadas como indicadores de tendência, para instruir políticas de implementação da Metodologia. Quer dizer, por se tratar de um projeto piloto, essas pequenas diferenças podem e devem ser consideradas sintomas indicativos de mudanças evolutivas importantes no futuro.

Capítulo 5

Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros

5.1 Conclusões

O início do trabalho foi a partir de uma demanda da Fundação Roberto Marinho – FRM, para o LABFUZZY, de proceder uma avaliação dos alunos egressos do Projeto Travessia, no ano 2012/2013, com metodologia baseada na aplicação de Lógica fuzzy.

Na explanação das necessidades, foi observado imediatamente a adequação da lógica fuzzy para a tarefa e foi iniciado uma série de encontros para entender o sistema e as necessidades para desenvolver o trabalho orientado a uma solução.

Entendendo a situação, teve início o delineamento, em conjunto com a FRM, dos modelos de formulários que seriam utilizados, com adequação da metodologia de aplicação da Lógica Fuzzy.

Foi efetuada visita para conhecer o Projeto Travessia, com as suas telessalas, professores, supervisores e coordenadores. Foi uma experiência muito enriquecedora e importante para ter sensibilidade e definir a melhor metodologia para utilizar.

Uma situação que logo foi percebida é que em uma mesma localidade as realidades das telessalas são muito diferentes, como exemplo, uma telessala está

localizada na zona urbana e outra na zonal rural. Essas disparidades exigem muito da equipe gestora do Projeto.

Essa particularidade deu certeza que o trabalho apresentaria essa disparidade nos seus resultados, podendo os gestores do Projeto fazer interferência específicas em cada escola, buscando um maior rendimento das suas ações.

O presente trabalho se revestiu de um viés inovador, em todos os seus momentos, desde à concepção à produção dos resultados. Ele se iniciou pela proposta de realizar a abordagem por meio de uma ferramenta diferente da avaliação clássica, a lógica fuzzy, e desdobrou-se na metodologia criada para captura e obtenção de resultados.

A aplicação da lógica fuzzy, ou lógica nebulosa, foi a base para o desenvolvimento de um tratamento de informações através de relações de conjuntos. A espinha dorsal do método proposto foi baseada na visão de confronto de matrizes, com experiência amplamente sólida obtida em diversos projetos desenvolvidos pelo Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza. Com base nesse conhecimento e apropriados de criatividade e ferramental de aplicação de lógica fuzzy, buscou-se ampla integração com diferentes grupos especialistas trabalhando, em um primeiro momento, no alinhamento conceitual junto à equipe de educação da FRM, em um segundo momento com os coordenadores regionais e supervisores e, em um terceiro momento, com professores das turmas escolares. Os instrumentos utilizados para a captura de informações foram alinhados, ponderados e aplicados nos grupos especialistas e, posteriormente, aplicados na amostra de estudantes.

O grande mérito do trabalho, apesar de limitações, foi o de poder avaliar e acompanhar as Gerências Regional de Educação, as cidades e cada escola individualmente, dados plotados e apresentados em mapa do Estado, com rápida visualização e possibilidade de elaborar ações para melhoria dos desempenhos individuais.

O trabalho, através do seu resultado, teve seu objetivo alcançado, criação de uma modelagem para medir a mudança na vida do aluno egresso do Projeto Travessia no Estado de Pernambuco, no ano de 2013, com a utilização de lógica fuzzy, sendo de grande valia para os gestores uma vez que os valores resultantes ratificaram a percepção geral do impacto exercido pelo Travessia nas cinco dimensões de vida dos estudantes (pessoal, profissional, social, familiar e expectativa futura), já relativamente partilhado por estudantes, professores, supervisores, coordenadores e gerência desse Projeto.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Como se tratou de um trabalho inicial não foram abordadas todas as possibilidades de desdobramentos da pesquisa, uma vez que os resultados foram estáticos, nossa atividade se resumiu em elaborar uma modelagem em lógica fuzzy, mapear as Gerências Regionais, as cidade e as escolas participantes da pesquisa e indicar seus resultados.

Muitas outras oportunidades, utilizando lógica fuzzy, podem ser trabalhadas e indicamos algumas a seguir:

1. Dar refinamento aos dados resultantes do Projeto Piloto, investigando em maior profundidade determinadas unidades de ensino e avançando nas indicações e articulações de seus potenciais estratégicos - Mapeamento Cognitivo Fuzzy.
2. Desenvolver um sistema georreferenciado para acompanhamento temporal de cada escola do Projeto Travessia.
3. Desenvolver um software para promover a integração e interação entre os Órgãos do Governo de Pernambuco de forma que possam potencializar as ações de educação do Estado.
4. Desenvolver outros trabalhos utilizando os conceitos de Cognição Estratégica (C-Strat) associados aos Princípios de Lógica Fuzzy.

Capítulo 6

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

COSENZA, C. A. N. An Industrial Location Model. Working Paper. Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge: Cambridge University: 1981.

COSENZA, C. A. N. Hierarchy models for the organization of economic spaces Metrics and operators for facility site selection - Contents of a research submitted to Prof. Philip Arestis - (a guide for an article). Visiting Scholar at the Department of Land Economy - Cambridge University - Cambridge, UK – 2009.

GUIMARÃES, VILMA, Incluir para Transformar : metodologia Telessala em cinco movimentos / [concepção e supervisão pedagógica Vilma Guimarães] – Rio de Janeiro : Fundação Roberto Marinho, 2013.

KRYKHTINE, F. L. P. ; GUIMARAES, V. ; MORIM, A. C. D. L. ; SÁ FORTES, L. E. N. ; MARTINS, G. W. . O Uso da Lógica Fuzzy na Avaliação de Impacto de Projetos Socioeducacionais: o caso do Telecurso no Projeto Travessia. 2014. Apresentação de Trabalho/Seminário.

KRYKHTINE, F. L. P. ; MORIM, A. C. D. L. ; SÁ FORTES, L. E. N. ; VALE, N. G. P. ; GONCALVES NETO, A. C. . Aplicando Lógica Fuzzy em um Modelo de Seleção Multicritério para Multiclientes. In: SEGET - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2013, Resende. Gestão e Tecnologia para a Competitividade. Resende: AEDB, 2013. v. 1. p. 1.

LEWIN, K. Action research and minority problems. Journal of Social Issues, n.

2, p. Journal of Social Issues 34-36, 1946.

MALINOWSKI, B. Uma teoria científica da cultura. São Paulo: Zahar, 1975.

MCNEILL, DANIEL. FREIBERGER, PAUL. Fuzzy Logic: The Revolutionary Computer Technology that Is Changing Our World. 1ª Edição. New York: Touchstone Rockefeller Center, 1994.

REIS FILHO, A Metodologia C-Strat tem seu Depósito Nacional de Pedido de Patente sob o N PI.0806035-5 A2 / 23/09/2008.

ROSS, TIMOTHY J. Fuzzy Logic with engineering applications. 3rd edition. UK: John Wiley and Sons Ltd, 2010.

SCHULLER, T.; PRESTON, J.; HAMMOND, C.; BRASSETT-GRUNDY, A.; BYNNER, J. The Benefits of Learning: The impact of education on health, family life and social capital. London: RoutledgeFalmer, 2004.

SEN, A. Mercados, justiça e liberdade. Entrevista concedida a Giuliano Guandalini. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/vasto-mundo/entrevista-imperdivel-com-o-nobel-de-economia-amartya-sen-ele-fala-sobre-china-india-brasil-e-diz-que-a-crise-na-europa-se-resolve-com-enfase-no-crescimento/>. Acessado em Dezembro de 2012.

SEN, A. Development as Freedom, Oxford: Oxford University Press, 1999.

SILVA FILHO, A. Programa Travessia: Proposições da política de aceleração dos estudos na educação básica em Pernambuco. 26º Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação / ANPAE maio de 2013. UFPE, Recife, 2013.

ZADEH, L.A., Fuzzy Sets, Information And Control 8, pp. 338-353, University of California, Berkeley, California, USA: 1965.

Referências Bibliográficas