

Um modelo difuso para avaliar a qualidade do ensino de pós-graduação diante do cenário construído pela Covid-19 e sua influência na qualidade de vida dos estudantes

A fuzzy model to assess the quality of postgraduate education towards Covid-19 pandemic and its influence on the quality of life of students

DOI:10.34117/bjdv9n1-326

Recebimento dos originais: 23/12/2022

Aceitação para publicação: 24/01/2023

Maria Fernanda Zelaya Correia

Mestrado em Engenharia de Produção

Instituição: Programa de Engenharia de Produção - Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço: Av. Horácio Macedo, 2030, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-598

E-mail: mfernandazelaya@hotmail.com

Thais Rodrigues Pinheiro

Doutoranda em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ - COPPE)

Endereço: Av. Horácio Macedo, 2030, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-598

E-mail: thais_ufrj.pep@hotmail.com

Manuel Oliveira Lemos Alexandre

Mestre em Engenharia de Transportes

Instituição: Programa de Engenharia de Produção - Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEP – COPPE – UFRJ)

Endereço: Av. Horácio Macedo, 2030, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-598

E-mail: manuel.alexandre@pep.ufrj.br

Gustavo Bastos de Andrade

Mestrado em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ) - COPPE

Endereço: Av. Horácio Macedo, 2030, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-598

E-mail: gustavo106@hotmail.com

Claudio Henrique dos Santos Grecco

Doutorado em Engenharia de Produção

Instituição: Instituto de Engenharia Nuclear (IEN/CNEN) - COPPE/PEP/UFRJ

Endereço: Rua Hélio de Almeida, 75, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, CEP: 21941-906

E-mail: grecco@ien.gov.br

Edison Conde Perez dos Santos

Doutorado em Engenharia de Produção

Instituição: Instituto Militar de Engenharia e Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ - COPPE)

Endereço: Av. Horácio Macedo, 2030, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-598

E-mail: edisonsantos.br@gmail.com

Carlos Alberto Nunes Cosenza

Doutorado em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ - COPPE)

Endereço: Av. Horácio Macedo, 2030, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-598

E-mail: cosenzacoppe@gmail.com

RESUMO

A covid19 gerou uma crise mundial em vários setores, dentre eles podemos destacar o setor da educação. A solução em muitos casos foi o ensino remoto para manter a regularidade do ensino. O Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Investigação em Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) foi uma das instituições que adotou essa medida. O Instituto acreditava que os estudantes preferiam estar a salvo de epidemias, uma vez que o seu equilíbrio emocional seria preservado enquanto prosseguiram os seus estudos. Analisando este cenário, foi possível avaliar a qualidade do ensino remoto e como essa mudança afetou os estudantes na dimensão intelectual. A Lógica Fuzzy possibilita a análise de modelos dinâmicos aplicados à realidade e desta forma contribuiu para a avaliação da Qualidade de Vida dos estudantes de ensino remoto, por meio da coleta de dados a partir de um questionário aplicado aos estudantes de uma turma do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ. Por fim, podemos afirmar, a partir dos resultados obtidos, que este modelo pode ser considerado uma boa ferramenta de avaliação.

Palavras-chave: ensino remoto, lógica Fuzzy, Covid-19, qualidade de vida.

ABSTRACT

Covid-19 generated a global crisis in several sectors, among them the Education Sector stands out. The solution found was the remote teaching. It expected that its use would maintain its regularity. The Alberto Luiz Coimbra Institute for Graduate Studies and Research in Engineering (COPPE) at Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) was one of the institutions that adopted this feature. The Institute believed that the students would prefer to be safe from epidemy as their emotional balance would be preserved while they would continue their studies. Studying this scenario, it was possible to assess the quality of remote education and how this change affected students in their intellectual and emotional dimensions. Considering the Fuzzy Logic and Mathematics as a powerful inference algorithm, it becomes a tool that enables the analysis of dynamic models applied to the reality. It becomes an instrument that has the power to be applied an evaluate all the attributes that constitute the different levels of Quality of Life of the students that are in remote learning. A structured questionnaire is carried out through the evaluation of collecting data. The applied questionnaire had its critical results when submitted to students class of the of the Production Engineering Program (PEP) at COPPE/UFRJ. It is concluded that fuzzy models can be successfully applied as they constitute a powerful evaluation tool.

Keyword: remote teaching, Fuzzy Logic, Covid-19, quality of life.

1 INTRODUÇÃO

A pandemia provocada pela Covid-19 afetou de forma significativa diversos setores e provocou mudanças na vida das pessoas, muitos tiveram que se adaptar a este novo quadro e buscar alternativas para reduzir os impactos causados.

O setor de educação foi um dos afetados, estudantes tiveram as aulas paralisadas durante meses devido a necessidade de distanciamento social. A tecnologia se tornou aliada para dar continuidade ao ano letivo. Os impactos no Ensino Superior foram menores e tiveram menor dificuldade nessa transição, pois a maioria das universidades já trabalham com ferramentas de EAD e a solução em muitos casos foram as aulas remotas para se adaptarem às atividades 100% online, fornecendo plataformas como ambientes virtuais de aprendizagem, onde se disponibiliza os materiais de maneira organizada e segura para os estudantes.

A UFRJ foi uma das universidades que aderiu a este sistema de aulas online, retornando as aulas em julho de 2020, utilizando plataformas como google meet e zoom.

Porém, um novo problema surgiu neste cenário, em avaliar se a qualidade de ensino se manteve ou não em relação as aulas presenciais. Outro aspecto importante consistiu em avaliar o nível intelectual desses alunos no período de pandemia e o quanto a mudança no sistema de aulas poderia interferir no seu aprendizado. Estes aspectos podem afetar a qualidade de vida dos estudantes, que está diretamente ligada à sua saúde.

A avaliação da qualidade de vida vem sendo cada vez mais utilizada para medir o impacto geral de doenças na vida dos indivíduos. Massad et al. (2008) destaca que na visão clássica a saúde e doença são opostas, nessa concepção o indivíduo pode estar doente ou saudável, mas a Lógica *Fuzzy* considera saúde e doença como, pelo menos parcialmente, estados complementares, pois um indivíduo pode estar parcialmente doente ou parcialmente saudável e assim ser atribuído graus de pertinência para cada estado de saúde.

O surgimento da Lógica *Fuzzy*, conhecida como lógica nebulosa, foi motivado pela necessidade de um método capaz de resolver problemas complexos, mais próximo do raciocínio humano. Tanaka (1996) define que a Lógica Nebulosa suporta os modos de raciocínio aproximados, ao invés de exatos.

A Lógica *Fuzzy* trabalha na nebulosidade, ou seja, na subjetividade, incerteza e imprecisão. Já a Lógica Clássica trabalha com valores 0 ou 1, onde um determinado dado classificado como excelente é considerado de nível 1 e um dado classificado como insuficiente/fraco é considerado de nível 0, porém podem existir opiniões de avaliação de um determinado dado que não é considerado nem como excelente, nem como insuficiente/fraco.

A Lógica *Fuzzy* parte exatamente deste princípio de não-objetividade, pois utiliza uma linguagem subjetiva que permite avaliar critérios e resolver problemas diversos, auxiliando na melhor tomada de decisão possível (LEONARDO et al., 2014, p.3).

Novas abordagens de tratamento estão sendo empregadas para superar os desafios da pandemia e a Lógica *Fuzzy* pode ajudar a interpretar novas condições para melhorar a qualidade de vida dos estudantes de ensino remoto, por se tratar de um assunto que envolve um aspecto amplo no qual serão analisadas diferentes opiniões de especialistas, composto por parte do corpo discente da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ).

Betti (2017) demonstra a presença de uma abordagem difusa e multidimensional para medir a qualidade de vida num contexto longitudinal europeu, em que o objetivo consiste em avaliar o impacto da crise econômica.

Shafiq e Atif (2017) apresentam um modelo de sobrevivência para experiências de fases de estresse com base em dados difusos sobre o tempo de vida, utilizando a lógica *fuzzy*, tornando os resultados adequados para dados realistas sobre o tempo de vida.

Massad *et al.* (2008) apresenta um modelo *fuzzy* para a avaliação da qualidade de vida, destacando que os modelos linguísticos difusos apresentados possuem utilidade em sistemas de epidemiologia. Uma das vantagens do modelo *fuzzy* comparado com a abordagem *crisp* é que fornece resultados mais estáveis e permite uma melhor compreensão de como as diferentes escalas – qualitativas, linguísticas, ordinais e quantitativas, numéricas e contínuas estão relacionadas.

Partindo deste princípio e do atual cenário de pandemia, este artigo tem como objetivo verificar a qualidade de vida dos estudantes de pós-graduação, na dimensão intelectual e a qualidade do ensino remoto em relação a percepção de eficiência dentro do cenário de pandemia Covid-19 de uma turma de pós-graduação do PEP/COPPE.

2 QUALIDADE DE VIDA

Segundo a Organização Mundial da Saúde (1994), a qualidade de vida é a percepção do indivíduo sobre sua vida considerando seus objetivos, expectativas e preocupações.

Minayo, Hartz e Buss (2000) consideram que a percepção humana da qualidade de vida pode ser próxima ao grau de satisfação pertencente a vida familiar, amorosa, social e ambiental e à própria estética existencial do indivíduo. É possível perceber o impacto gerado pela qualidade de vida no indivíduo em diversas esferas de sua vida. Os autores ainda acrescentam a compreensão das necessidades humanas fundamentais e promoção da saúde como fator mais relevante ao indivíduo.

Campos e Neto (2008) reforçam a importância da qualidade de vida como instrumento de promoção da saúde, afirmando a dificuldade da falta de medidas de diagnóstico da Qualidade de Vida dos brasileiros para Promoção da Saúde.

Lin (2007) afirma que a qualidade de vida é um fator importante para a saúde, e os cientistas estão cada vez mais preocupados com a forma de avaliar a qualidade de vida. É notório a ampla discussão sobre a qualidade de vida dentro de diversos ambientes, principalmente porque cada vez mais pesquisadores de diversas áreas como economia, educação, psicologia, entre outros percebem o impacto que o estilo de vida do indivíduo pode causar em todas as relações na qual ele está inserido.

Minayo, Hartz, Buss (2000) reforça que a qualidade de vida transita entre condições e estilos de vida, ideias de desenvolvimento sustentável e ecologia humana, democracia, desenvolvimento e direitos humanos e sociais.

Anversa et al. (2018) acrescenta ao fazer uma reflexão sobre a qualidade de vida no cotidiano acadêmico que a educação superior é um dos possíveis cenários que devem ser explorados e analisados concernente a qualidade de vida.

Anversa et al. (2018) apresentam uma pesquisa aplicada no cotidiano acadêmico que demonstram como o ingresso, a permanência e a finalização da formação universitária podem impactar diretamente na qualidade de vida. Os dados obtidos evidenciam que os ingressantes tendem a apresentar menos qualidade de vida, mas a permanência na universidade pode influenciar positivamente na qualidade de vida devido a possibilidade de amadurecimento, socialização, entre outros do indivíduo.

2.1 CARACTERÍSTICAS ACADÊMICAS

Scattolini (2006) apresenta que atualmente pode se considerar melhorar a qualidade de vida como uma das metas mais almeçadas entre todas as políticas públicas de saúde. A qualidade de vida pode ter pelo menos a dimensão física, psicológica e social, avaliadas dentro da percepção do indivíduo, mesmo com a subjetividade da mensuração existem alguns instrumentos viáveis já aplicados.

Campos e Neto (2008) relatam que os instrumentos de qualidade de vida podem ser divididos em genéricos e específicos, os autores apresentam alguns instrumentos como mais frequentemente utilizados: Sickness Impact Profile (SIP), Nottingham Health Profile (NHP), McMaster Health Index Questionnaire (MHIQ), Rand Health Insurance Study (Rand HIS), The Medical Outcomes Study 36-Item Short Form Health Survey (SF-36), Avaliação da Qualidade de Vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL-100), entre outros.

Dentro do meio acadêmico tem-se a graduação e a pós-graduação, sendo o foco central do trabalho a pós-graduação, é notório algumas diferenças. De modo geral o aluno de pós-graduação já atua como pesquisador, muitas vezes também já ministra disciplinas dentro e fora da própria Instituição de Ensino.

Segundo Sanchez et al. (2019) existem diversos fatores que propiciam ao docente universitário algumas doenças de cunho psicoemocional ou psicossomático devido exigência de alta produtividade científica, estresse tecnológico pela alta inovação, necessidade de se adaptar as novas tecnologias, possibilidade de sentimento de impotência devido grande volume de trabalho e demanda informação. Sanchez et al (2019) acrescenta que é de consciência dos docentes que essa situação pode afetar a imunidade e condição física desses profissionais. Notoriamente essas características podem afetar diretamente a qualidade de vida dentro do ensino superior de pós-graduação.

Betti (2017) afirma que a qualidade de vida tem sido universalmente aceita como uma forma multidimensional, o que torna necessário analisar a sua dominância e dimensões relevantes.

Segundo Minayo, Hartz, Buss (2000), a qualidade de vida reflete o momento histórico, social e cultural do indivíduo. Analisando o contexto ao qual o mundo está inserido atualmente, a pandemia gerada pelo COVID-19 pode afetar totalmente a qualidade de vida, tanto em questões físicas, mentais e sociais.

3 CENÁRIO COVID-19

O cenário da covid-19 impôs distâncias sociais mesmo para pessoas com altos níveis de educação. Um estudo realizado mostrou que mesmo as faculdades que tinham estudos de pós-graduação precisavam fornecer cursos on-line aos seus estudantes. Esperava-se que o mercado de educação on-line crescesse cerca de 16,4% durante o período entre 2016 e 2023 (SHAZAD et al., 2020).

Trabalho publicado por Mayigane et al. (2020) mostra que entre os anos de 2014-2016 depois que estourou o Ebola na região oeste da África, a Organização Mundial da Saúde propôs que fosse dada prioridade à elaboração de uma lista de doenças com potencial de gerar uma pandemia em escala global, que não existisse qualquer contramedida de controle da doença. Nessa lista seria nomeada de X a doença que representasse uma ameaça emergente desconhecida aos humanos e que pudesse resultar em uma emergência de saúde global. A Covid-19, causada por uma síndrome respiratória aguda é a doença X.

Pesquisa elaborada por Brito, Thimóteo e Brum (2020) demonstra como a covid-19 tem afetado de maneira significativa o comportamento geral das pessoas, por faixa etária, não só no Brasil mas no mundo inteiro. De acordo com os autores, a pandemia tem gerado uma drástica quebra das rotinas e provocado em todos os grupos uma procrastinação nas atividades laborais bem como intelectuais. Cruz, Klososki, e Spence (2022), realizaram um estudo para verificar a relação da saúde mental com a pandemia da Covid-19. A pesquisa apontou que o transtorno mais prevalente foi o Transtorno de ansiedade generalizada (TAG), os pesquisadores afirmaram que a qualidade de vida foi agravada pela saúde mental dos pacientes acompanhados.

Alan D. Kaye (2020) relembra o impacto global que a Covid-19 tem causado. Vale lembrar que o modo como se deu o espalhamento do vírus ao redor do mundo ocorreu de modo geral no 1º trimestre de 2020. Inicialmente o vírus foi observado na China no final de 2019 e se espalhou para o resto do mundo. No Brasil os primeiros relatos se deram no início de março.

Karakose *et al.* (2022), afirma que a pandemia afetou a educação a nível mundial, atingindo cerca de 1,6 mil milhões de estudantes, ou seja, muito mais de 200 países. Os desafios observados no contexto do ensino resultaram numa tensão psicológica considerável. Entre estas questões psicológicas, os resultados do estudo apontam problemas tais como: a síndrome de Burnout, ansiedade, depressão, stress, sintomas de

stress pós-traumático, exaustão, fadiga e problemas de sono como as doenças mais comuns relatadas pelos professores. O autor também descreve uma preocupação relacionada com problemas de relacionamento devido ao aumento do tempo gasto em redes sociais e como pode ser psicologicamente prejudicial quando usada em excesso.

Os resultados apontados por Piya *et al.* (2022) sobre os impactos da covid-19 na educação e na saúde mental dos estudantes do Bangladesh mostram que durante a pandemia a concentração e a saúde mental dos estudantes foram afetadas. Antes da pandemia apenas 1,2% dos estudantes apresentaram falta de concentração, uma vez que durante a covid-19 esta cresceu para 13,7% em 2020. Mostrou que 73,8% dos estudantes estavam a experimentar alguma forma de depressão durante a pandemia, enquanto 78,2% experimentavam ansiedade ligeira a grave. Os investigadores relatam que alguns dos estudantes sofreram níveis mais elevados de depressão e ansiedade do que os seus colegas.

Segundo Benalcázar *et al.* (2022), a educação foi altamente afetada pela Covid-19 já que para alguns dos estudantes a percepção era diferente. Para alguns dos estudantes os impactos foram positivos, enquanto para outros tiveram um impacto negativo. O autor salienta por exemplo, que em cursos como o de informática, os estudantes foram negativamente afetados pela mudança no processo de aprendizagem virtual em comparação com a modalidade presencial. Os resultados obtidos a partir da investigação de Benalcázar *et al.* realizada entre maio e setembro de 2020 no Equador resultaram numa percepção negativa de 63,78% das aulas remotas no contexto da covid-19.

4 EDUCAÇÃO NO BRASIL

A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais, (LDB, 2017). Educação significa, em sentido mais amplo, o meio pelo qual os hábitos, costumes e valores de uma comunidade são transmitidos de uma geração para outra. No sentido restrito, educação é definida como aquela que acontece em instituições específicas, feitas com essa finalidade e acontece de forma planejada em ação pensada e sistematizada, ou seja, possuem objetivos bem definidos, (LDB, 2017).

No Brasil, a Educação divide-se em dois níveis: a educação básica e o ensino superior. A educação básica compreende a educação infantil, o ensino fundamental e o

ensino médio. O ensino superior está dividido em cursos sequenciais, graduação, pós-graduação e de extensão.

A necessidade de distanciamento social fez com que diversas escolas tivessem que fechar as portas e a UNESCO estimou que em abril de 2020, pelo menos 1,5 bilhão de alunos em 188 países foram afetados, sendo que 91,3% do total de alunos estão matriculados em escolas (HODGES *et al.*, 2020).

De acordo com o Art. 44. da LDB nos incisos II e III, a educação superior abrange os seguintes cursos e programas:

II – de graduação, abertos a candidatos que tenham concluído o ensino médio ou equivalente e tenham sido classificados em processo seletivo;

III – de pós-graduação, compreendendo programas de mestrado e doutorado, cursos de especialização, aperfeiçoamento e outros, abertos a candidatos diplomados em cursos de graduação e que atendam às exigências das instituições de ensino.

Divididos em dois grandes grupos, os cursos de pós-graduação compreendem: Lato Sensu (MBA, Especialização) e Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico, Mestrado Profissional, Doutorado e Pós-Doutorado). Os cursos de Lato Sensu têm seu foco voltado para o público que busca ganho de prática e estudo de técnicas que auxiliarão o profissional nas atividades quotidianas. Deste modo, cursos desta natureza são indicados para pessoas que buscam aprimorar suas experiências e conhecimentos e queiram engrandecer o currículo. Já os cursos de Stricto Sensu sua finalidade visa esquadrihar os conhecimentos teóricos de modo que o aluno seja capaz de incrementar ideias originais para que se torne um pesquisador. São cursos - stricto sensu – que geram conhecimentos mais específicos, dentro de área de estudo, e têm o foco direcionado à geração de conhecimento.

4.1 QUAIS BENEFÍCIOS PODE GERAR PARA A SOCIEDADE?

A pesquisa é um procedimento de estruturação do conhecimento que tem como principais propósitos reproduzir percepção nova ou contradizer algum conhecimento prévio, por outras palavras, consiste em um método de aprendizagem que envolve tanto o sujeito que a efetua quanto a sociedade na qual este sujeito incrementa.

Para o Instituto de Investigação Econômica Aplicada - IPEA (2020), a produção científica movida simplesmente pela curiosidade é a responsável pela abertura de novas

fronteiras do conhecimento, de nos transformar mais eruditos e de, no longo prazo, reproduzir mais valia e mais qualidade de vida para o ser humano. Observa-se que a busca pelo conhecimento gera benefícios para sociedade na medida em que “além da curiosidade humana, outro motor importantíssimo do avanço científico é a solução de problemas que afligem a humanidade. Viver mais tempo e com mais saúde, trabalhar menos e ter mais tempo disponível para o lazer, reduzir as distâncias que nos separam de outros seres humanos – seja por meio de mais canais de comunicação ou de melhores meios de transporte – são alguns dos desafios e aspirações humanas para os quais, durante séculos, a ciência e a tecnologia têm contribuído.

4.2 EAD VS ENSINO REMOTO

Devido a Covid-19, o ensino remoto surgiu como uma proposta de ensino emergencial com a finalidade de realização das atividades acadêmicas, a partir do uso de diversos recursos tecnológicos, com o objetivo de assegurar o distanciamento social proposto pelas autoridades sanitárias e de saúde.

O sistema educativo teve de se reinventar para manter as suas atividades. Marques et al (2022) desenvolveu um relato de experiência de uma disciplina realizada em modo remoto durante a pandemia da Covid-19 em uma universidade brasileira. Foi relatado que foi um período desafiador devido à complexidade da disciplina, entretanto a experiência auxiliou a quebrar barreiras no ensino e procurar meios de adequar o ensino ao cenário mundial, tentando manter a excelência e compreensão com as dificuldades iniciais para todos. Esta ação pode ser chamada de resiliência, que foi contextualizada por Holling e Gunderson (2002), "como o nível de perturbação que um sistema pode absorver sem, contudo, sofrer alterações na sua estrutura". Os conceitos de resiliência foram aplicados por Van de Vorm *et al.* (2011) a três níveis: 1) organizacional, 2) de equipa e 3) individual. Estes autores apresentam uma estrutura que relaciona estes níveis, na qual a resiliência organizacional trata do alto nível e dos recursos necessários face a acontecimentos inesperados (SHERIDAN, 2008).

Ao nível da equipe de base, a resiliência de um grupo permite às pessoas que a equipe lide com as variáveis do sistema a fim de evitar danos potenciais (MOREL et al., 2008). Segundo Van de Vorm *et al.* (2011), a nível individual, a resiliência pode ser vista como um ser em construção envolvendo competências pessoais que incluem a capacidade de aprender, responder e antecipar problemas.

Pesquisadores em tecnologia educacional, especificamente na disciplina online e ensino à distância, definiram cuidadosamente os termos ao longo dos anos para distinguir entre as soluções de design altamente variáveis que foram desenvolvidas e implementadas: ensino à distância, ensino distribuído, ensino combinado, ensino online, aprendizagem móvel e outros. No entanto, uma compreensão das importantes diferenças não é geralmente difundida para além do mundo insular da tecnologia educacional e design instrucional de pesquisadores e profissionais (HODGES et. al, 2020).

Ressalta-se que no ensino remoto, distintivamente da sala de aula presencial, em que é possível entre ouvir a turma, essa característica requer muito mais apreciação no que tange ao planejamento e orientação da disciplina.

Nich et al. (2022) apontam para a necessidade de muito comprometimento para com a atividade de formação de professores, profissionais capazes de estimular procedimentos e desenvolver práticas educativas, pois o professor desempenha um papel fundamental no desempenho dos estudantes. O professor deve portanto, desempenhar o papel de facilitador da aprendizagem, estabelecendo uma relação de confiança e aceitação com o aluno, especialmente em tempos de pandemia, dadas as crescentes incertezas e dificuldades.

Levando-se em consideração a não existência do espaço físico, no qual o convívio era comum acontecer, tornou-se necessário a inserção de outras ferramentas com a finalidade de suavizar a distância que podem ser física ou pessoal. Inúmeros são os instrumentos que são capazes de auxiliar com as atividades síncronas, por exemplo: *chats*, vídeo-chamada, videoconferências, *webinars* e *lives*. Todavia, todos estes instrumentos mencionados que servem de auxílio nas atividades remotas de ensino estão muito aquém da mesma proporção da sala de aula presencial.

A educação presencial é o ensino convencional que ocorre mediante comunicação direta entre docente e discente, (ARETIO, 1994). É uma modalidade de ensino em que todo o conteúdo do curso é exposto a partir de aulas em que os personagens – docente e discentes – encontram-se presentes fisicamente no mesmo local e de forma simultânea. Este tipo de ensino tem como principal característica a dependência do ambiente físico para a realização das aulas frequentemente.

Por outro lado, segundo Belloni (2003), a educação a distância (EAD) apresenta-se como uma forma de educação apropriada e necessária para responder às novas necessidades educacionais provenientes das mudanças na nova ordem econômica

mundial. Podemos inferir que é a modalidade educacional em que os discentes e docentes estão separados, de forma física e temporalmente e para tal, faz-se necessário o uso de plataformas digitais. Porém, a definição para EAD com maior citação é aquela criada por Keegan (1980), afirmando que se tratava de um “método de instrução em que as condutas docentes acontecem à parte das discentes, de modo que a comunicação entre o professor e o aluno possa se realizar mediante textos impressos, meios eletrônicos, mecânicos ou outras técnicas”. (Moore e Kearsley, 1996, apud RODRIGUES, 1998, p.6).

Vale ressaltar que na educação a distância, podem ocorrer momentos presenciais ou não, porém uma característica fundamental é que docentes e discentes não dividem o espaço físico e/ou tempo e que as interações dos envolvidos acontece de forma indireta.

5 LÓGICA FUZZY

A Lógica *Fuzzy* foi introduzida nos meios científicos em 1965 por Lofti Asker Zadeh, através da publicação do artigo *Fuzzy Sets* no *Jornal Information and Control*.

O artigo de Zadeh teve uma influência profunda no pensamento sobre incerteza porque desafiou não só a teoria da probabilidade como a única representação para a incerteza, mas também os próprios fundamentos sobre os quais a probabilidade baseou-se na teoria da lógica binária clássica (KLIR e YUAN, 1995 apud ROSS, 2010).

A teoria de possibilidades desenvolvida por Zadeh a partir de 1978 está intimamente ligada com a teoria dos conjuntos nebulosos. O fato destas teorias estarem ligadas é muito importante no sentido de que é possível se tratar tanto a imprecisão quanto a incerteza de um conjunto de informações em um único ambiente formal.

A lógica *fuzzy* permite que variáveis não admitam valores precisos necessariamente, como 0 ou 1, possibilitando que elas tenham graus de pertinência entre os elementos, em relação ao seu conjunto. Possibilita ainda a construção de várias regras, que facilitam a modelagem dos problemas, tornando-os assim menos complexos. (RIGNEL et al., 2011)

Com base na teoria dos Conjuntos Nebulosos (*Fuzzy Set*), segundo Tanaka (1996), a Lógica *Fuzzy* é uma ferramenta capaz de capturar informações vagas, em geral descritas em uma linguagem natural e convertê-las para um formato numérico, de fácil manipulação pelos computadores.

Quando se diz que a qualidade de vida dos estudantes do ensino remoto é “boa ou regular”, admite-se que os elementos destacados são termos *fuzzy*, por admitirem vagueza nas informações.

Diferente da Lógica Booleana ou Clássica que admite apenas valores booleanos, ou seja, verdadeiro ou falso, a lógica difusa ou *fuzzy*, trata de valores que variam entre 0 e 1. Assim, uma pertinência de 0.5 pode representar meio verdade, logo 0.9 e 0.1, representam quase verdade e quase falso, respectivamente (SILVA, 2005 apud RIGNEL et al., 2011).

Segundo Tanaka (1996), entre a certeza de ser e a certeza de não ser, existem infinitos graus de incerteza.

A teoria dos conjuntos nebulosos existe um grau de pertinência de cada elemento a um determinado conjunto (ABAR, 2004 apud RIGNEL et al., 2011).

A característica fundamental da Lógica *Fuzzy* é a possibilidade de quantificar as ambiguidades do pensamento humano, que não podem ser expressas por meio da lógica clássica (CRUZ, 2011 apud BANDEIRA, 2018).

Silva e Maia (2004 apud Bandeira, 2018), destacam a flexibilidade no tratamento de variáveis qualitativas e/ou quantitativas como um dos principais benefícios da aplicação da Lógica *Fuzzy*.

Uma variável, segundo a Lógica *Fuzzy*, tem “n” estados, cada um com diferentes graus de associação ou de pertinência, gerando assim os conjuntos *fuzzy*, que não possuem limites bem definidos. (FILIPPO, 2008 apud BANDEIRA, 2018).

A base de regras *fuzzy* é um componente crítico, pois contém as informações que relacionam as condições de *input*, que pode ser um valor preciso (quando deriva de um processo de medição) ou um conjunto *fuzzy* (obtido por meio de questionários ou por opiniões de especialistas), com as respostas de *output* (CURY, 1999 apud BANDEIRA, 2018).

Donata Marasini, Piero Quatto e Enrico Ripamonti (2016) utilizaram conjuntos difusos na análise dos questionários, concentrando-se na construção das funções de pertinência, aplicando este modelo à avaliação de uma Administração Pública.

Os conjuntos *fuzzy* podem ser representados por diferentes funções, sendo as triangulares e trapezoidais as mais empregadas devido à simplicidade de utilização (CRUZ, 2011 apud BANDEIRA, 2018). Para este artigo a função de pertinência utilizada foi a forma triangular – *trimf*. Pedrycz (1994 apud SANTOS, GRECCO, CARVALHO,

2020, p.741) afirmam também que entre as várias formas de números difusos, a forma triangular é a mais popular. Uma das técnicas mais utilizadas é a chamada inferência max-min, que utiliza o método de inferência *Fuzzy* Mamdani (FILIPPO, 2008 apud BANDEIRA, 2018).

Uma variável linguística difusa é, de forma informal, uma variável cujo valor é qualitativamente expresso por termos linguísticos (que fornece um conceito para a variável) e quantitativamente expressa por funções de pertinência, ou seja, por conjuntos difusos. Nesse sentido, é composta por uma parte simbólica e uma parte numérica. (MASSAD et al., 2008).

Logo, valores de uma variável linguística podem ser sentenças em uma linguagem especificada, construída a partir de termos próprios (baixo, médio, alto), de conectivos lógicos (negação não, conectivos e/ou), de modificadores (muito, pouco) e de delimitadores (como parênteses) (SANDRI, 1999 apud RIGNEL et al., 2011)

Para este artigo admite-se como variáveis linguísticas de entrada: a Qualidade do Serviço (QS), a Qualidade do Material (QM), as Técnicas de Ensino (TE), o Desenvolvimento da Teoria Aplicada a Prática (TA) e a Dimensão Intelectual (DI). E como variável linguística de saída: a Qualidade de vida dos estudantes do ensino remoto (QV). O modelo foi estruturado considerando termos linguísticos pertinentes a cada variável linguística, conforme podemos observar na tabela 1.

Tabela 1: Variáveis, Termos Linguísticos E Simbologia

Variáveis linguísticas	Termos linguísticos	Símbolo
Qualidade do serviço (QS)	Excelente	QS1
	Bom	QS2
	Regular	QS3
	Insuficiente/fraco	QS4
Qualidade do material (QM)	Excelente	QM1
	Bom	QM2
	Regular	QM3
	Insuficiente/fraco	QM4
Técnicas de ensino (TE)	Excelente	TE1
	Bom	TE2
	Regular	TE3
	Insuficiente/fraco	TE4
Desenvolvimento da Teoria aplicada a prática (TA)	Excelente	TA1
	Bom	TA2
	Regular	TA3
	Insuficiente/fraco	TA4
Dimensão Intelectual (DI)	Excelente	DI1
	Bom	DI2
	Regular	DI3
	Insuficiente/fraco	DI4

Fonte: Elaboração Própria

São sugeridos como termos linguísticos para cada variável de entrada: excelente, bom, regular, insuficiente/fraco. E para a variável de saída são definidos como termos linguísticos: excelente, bom, regular, insatisfatório.

Segundo Massad et al. (2008), termos linguísticos são a forma mais importante, quando não a única forma de quantificar/qualificar os dados e informações e estão associados a valores numéricos.

No problema em análise, todas as variáveis são de natureza quantitativa e os dados foram obtidos por meio de um questionário aplicado à uma turma de pós-graduação do Programa de Engenharia de Produção (PEP) da COPPE/UFRJ.

Os conjuntos *fuzzy* das variáveis de entrada se baseiam nos resultados da pesquisa computados para cada intervalo e para cada variável linguística.

A definição destes conjuntos é uma etapa crítica na construção de um sistema *fuzzy*, pois determina a correspondência entre as variáveis de entrada e os seus conceitos linguísticos correspondentes. (SOUZA, 2001; CRUZ, 2011 apud BANDEIRA, 2018)

Conforme Massad *et al.* (2008), modelos linguísticos podem ser entendidos como um mapeamento de um espaço de entrada *fuzzy* em um espaço de saída difuso. Cada regra difusa nos sistemas pode ser interpretada como uma relação *fuzzy*.

Para Massad *et al.* (2008), a escolha de um determinado método depende da semântica das regras, o tipo de modelo *fuzzy* e as características do fenômeno que está sendo modelado. Quando cada regra difusa dentro de N regras paralelas tem vários conjuntos difusos em sua parte anterior, os processos de inferência são detalhados no contexto do modelo linguístico Mamdani.

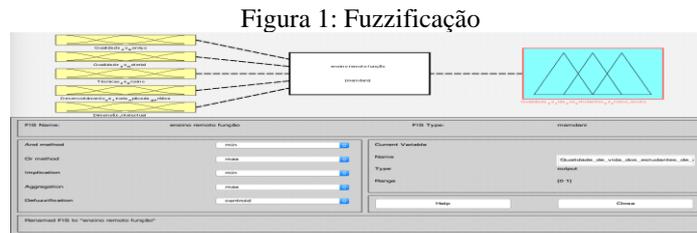
Para esta pesquisa foi utilizado o método Mamdani, modelo cuja saída da regra é um conjunto *fuzzy*. O método Mamdani foi aplicado no Matlab 5.3 (2010) para inferência *fuzzy*, através da função *Fuzzy Logical*, que consiste em cinco etapas.

Segundo Massad et al. (2008), o modelo Mamdani foi o primeiro sistema *fuzzy* desenvolvido, baseado em regras, proposto em 1974 por E. H. Mamdani e S. Assilian, no contexto de sistemas de controle, mas atualmente é amplamente aplicado em diversas áreas.

Este modelo linguístico que apresenta uma saída difusa foi baseado no conhecimento de especialistas em educação.

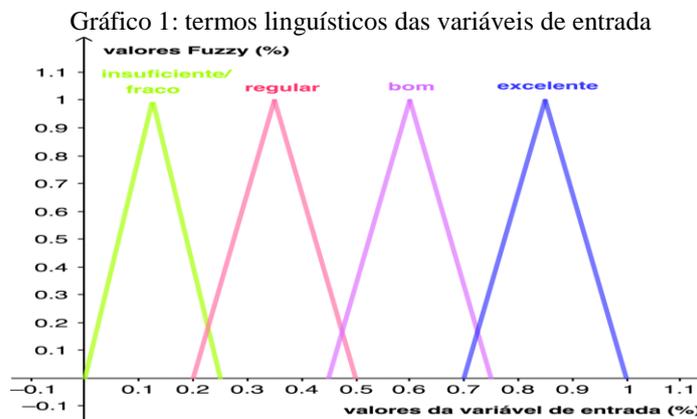
Na primeira etapa de *fuzzyficação* as variáveis de entrada e de saída foram modeladas matematicamente por meio de conjuntos *fuzzy* e define o tipo de função para

cada uma delas (Figura 1).



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Na segunda etapa (Gráfico 1) apresenta cada termo linguístico associado a um conjunto fuzzy por uma função de pertinência. No eixo x é representado os valores ocorridos para cada uma dessas entradas e no eixo y os valores *fuzzy* (0 a 1).



Fonte: elaboração própria no geogebra (2021)

Na terceira etapa foram definidas a base de regras e inferência *fuzzy*. Segundo Massad *et al.* (2008), uma regra *fuzzy* pode ser entendida como uma unidade para capturar algum conhecimento específico que envolve imprecisão e/ou incerteza.

Deve ser construída por especialistas, assim como a definição do grau de certeza (GC) de cada regra, que indica o grau de validade da mesma e deve variar entre 0 e 1 (CRUZ, 2011 apud BANDEIRA, 2018).

O conhecimento pode ser representado por meio de proposições *fuzzy*. Uma proposição *fuzzy* condicional é composta por duas partes: o antecedente (entrada *fuzzy*) e o conseqüente (saída *fuzzy*), representada pela forma “SE...ENTÃO”. A parte antecedente pode combinar conectivos lógicos (conjunção “E”, disjunção “OU”, negação “NÃO”).

O processo de inferência tem por finalidade relacionar as variáveis de entrada entre si com a variável de saída por meio de uma base de regras. Segundo Amendola et

al (2005), é nesse processo que depende o sucesso do sistema *fuzzy* já que ele fornecerá a saída (controle) *fuzzy* a ser adotado pelo controlador a partir de cada entrada *fuzzy*.

A quarta etapa consiste na avaliação das regras e na agregação dos consequentes das regras, onde a entrada do processo de agregação é a lista de funções de pertinência dos consequentes (resultados das variáveis de entradas para cada regra) cortadas ou dimensionadas, e a saída é um conjunto *fuzzy* para cada variável de saída. A agregação (processo de unificação das saídas) consiste em combinar essas funções em um único conjunto *fuzzy* apresentando o resultado final obtido pelo somatório dessas saídas.

O sistema *fuzzy* requer um número *crisp* como saída, uma vez que decisões e controles devem ser processados. Para conseguir isso, a saída difusa do modelo linguístico deve ser *defuzzificada*. O valor numérico final obtido representa o resultado do processo de *defuzzificação*.

A *defuzzificação* é um procedimento que permite interpretar a distribuição de possibilidades dos conjuntos *fuzzy* de saída de forma quantitativa.

E por fim, a quinta e última etapa representa o resultado em formato de uma superfície 3D (figura 6) obtido pela combinação de duas variáveis de entradas com a variável de saída.

6 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste artigo envolve uma abordagem quali-quantitativa. Na primeira parte do artigo é apresentada uma revisão bibliográfica e na segunda parte é apresentada a abordagem quantitativa, baseada na lógica *fuzzy* com a aplicação do método *mamdani*.

6.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A pesquisa foi aplicada em uma disciplina de pós-graduação, cujo alunos fazem parte de 2 estados diferentes do Brasil. Apesar do tamanho da amostra, a pesquisa apresenta relevância pela característica de abranger uma diversidade significativa no perfil dos alunos participantes. O grupo de alunos da disciplina fazem parte de diversas instituições de ensino, com características em sua geografia e em perfil socioeconômico distintos. Considera-se 90% de grau de confiança da amostra, pois os dados foram coletados com um grupo de pesquisadores de alto nível. Entre os alunos de pós-graduação que participaram da pesquisa teve-se participação de alunos de mestrado, doutorado, e

pós doutorado. As áreas de pesquisa dos alunos em sua grande maioria norteavam as ciências da Saúde Pública, Meio Ambiente e Engenharia.

O Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ) é um dos maiores centros de ensino e pesquisa em Engenharia da América, tornou-se referência nacional e internacional e vem ajudando o Brasil a enfrentar alguns dos mais recentes desafios de sua história recente. Em parceria com os órgãos de fomento à pesquisa – CAPES e FAPERJ – é chamada a contribuir com todo o seu potencial para buscar soluções que proporcionem suporte na formulação de políticas públicas e soluções nas mais diversas áreas, em função de uma pandemia que vem assolando o planeta com nefastas consequências para a economia.

Analisando este cenário, a pesquisa busca contribuir para melhorias no setor de educação afetado pela pandemia e para pesquisas futuras relacionadas a este assunto.

6.2 COLETA DE DADOS

As variáveis de entrada foram definidas com base em dados que se pretende obter para avaliar a qualidade de vida dos estudantes de ensino remoto. A qualidade de vida pode ser avaliada conforme a dimensão intelectual dos alunos. O ensino remoto pode ser avaliado conforme a qualidade do serviço, a qualidade do material oferecido aos alunos, as técnicas de ensino e o desenvolvimento da teoria aplicada a prática.

Para o trabalho cada variável foi considerada por definição como:

- Qualidade do serviço (QS): avaliar a facilidade de acesso ao portal do aluno, inscrição em disciplinas, lançamento de notas, comunicação com a secretaria e professores.
- Qualidade do material (QM): avaliar a qualidade da bibliografia e material de apoio, apresentação de artigos e reportagens relacionadas ao curso, utilização da internet, casos e exercícios no curso.
- Técnicas de ensino (TE): aplicação de softwares e internet na aplicação de casos no aprendizado e na resolução de tarefas.
- Desenvolvimento da Teoria aplicada a prática (TA): aplicação da teoria na prática, a utilização de casos práticos; palestras com profissionais da área e experiência de outros profissionais da área.

- Dimensão Intelectual (DI): avaliar o nível de concentração e desempenho do aluno para acompanhar as aulas remotas e produção científica em termos de quantidade e qualidade durante a pandemia.

A variável de saída pretende demonstrar o resultado da análise da qualidade de vida dos estudantes do ensino remoto.

Os termos linguísticos representam os graus de avaliação dos alunos em percentuais, classificados como insuficiente/fraco, regular, bom e excelente, segundo cada variável linguística.

Após definidas as variáveis linguísticas e os termos linguísticos, foi desenvolvido um questionário online no google forms aplicado aos alunos de uma turma do curso de pós-graduação do PEP/COPPE, que no momento presente eram alunos de ensino remoto, com o objetivo de coletar os dados para a aplicação do modelo *fuzzy* através dos resultados obtidos com as respostas. As perguntas do questionário abordaram informações pertinentes as variáveis de estudo.

Os resultados do questionário foram simulados no MATLAB. As variáveis de entrada foram simuladas segundo dois critérios: atribuindo pesos a cada termo linguístico ou associando cada termo linguístico de cada uma das variáveis de entrada aos valores em percentuais obtidos nas respostas de cada pergunta do questionário, que correspondem a essas variáveis.

Para o modelo Mamdani foi utilizado números *fuzzy* triangulares, no qual são por definição $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$.

Seguindo o primeiro critério para as variáveis de entrada, foram definidos como pesos para cada termo linguístico os valores conforme a tabela 2. Este critério demonstra como seria a excelência no ensino.

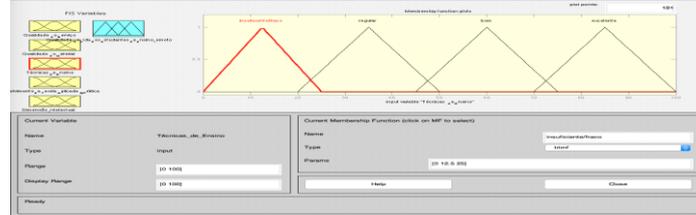
Tabela 2: Range dos Termos Linguísticos

Termos linguísticos	Números Fuzzy Triangulares
Insuficiente/fraco	(0, 0,125, 0,25)
Regular	(0,20, 0,35, 0,5)
Bom	(0,45, 0,6, 0,75)
Excelente	(0,7, 0,85 1,0)

Fonte: Elaboração Própria (2020)

Esses valores aplicados no MATLAB a cada uma das variáveis estão apresentados na figura 2.

Figura 2: funções de pertinência triangular das variáveis de entrada (inputs)



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Seguindo o segundo critério para as variáveis de entrada, foram atribuídos os valores em percentuais para cada termo linguístico de cada uma das variáveis, conforme valores da tabela 3. Este critério demonstra o resultado real obtido através do questionário.

Tabela 3: Resultado Geral das Respostas Do Questionário

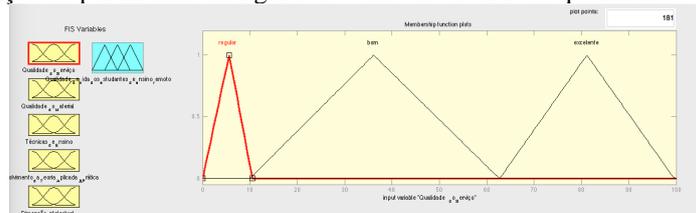
Variáveis de Entrada <i>Fuzzy</i> X Valores dos Termos Linguísticos	Excelente	Bom	Regular	Insuficiente/ fraco
QS	36,8%	52,6%	10,5%	-
QM	78,9%	15,8%	-	5,3%
TE	42,1%	31,6%	21,1%	5,3%
TA	36,8%	42,1%	15,8%	5,3%
DI	21,1%	52,6%	26,3%	-

Fonte: Elaboração Própria No Google Forms (2020)

Podemos observar que a variável qualidade do serviço (QS) não apresentou valores como insuficiente/fraco nas respostas do questionário, portanto não foi aplicado este termo linguístico para esta variável de entrada. O mesmo se segue nos demais termos da tabela que não aparecem com valores.

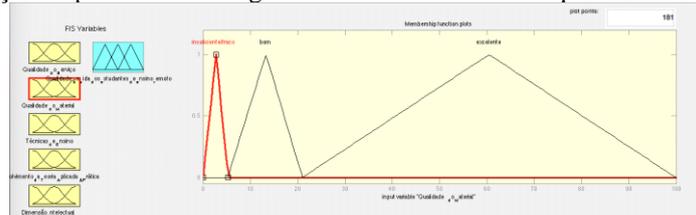
Esses valores aplicados no MATLAB a cada uma das variáveis estão apresentados nas figuras abaixo:

Figura 3: Função de pertinência triangular da variável de entrada qualidade do serviço (input)



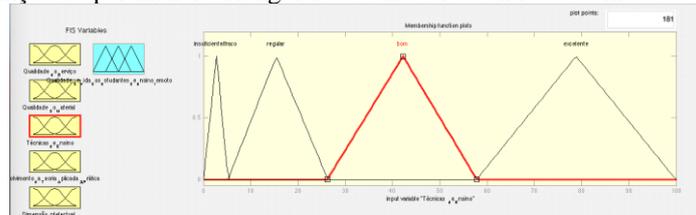
Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Figura 4: Função de pertinência triangular da variável de entrada qualidade do material (input)



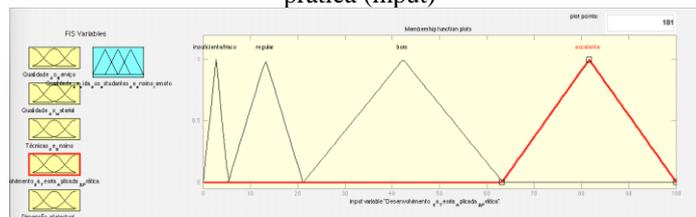
Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Figura 5: Função de pertinência triangular da variável de entrada técnicas de ensino (input)



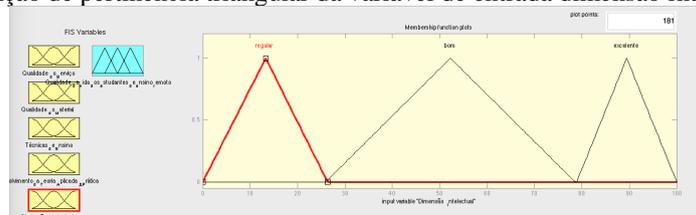
Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Figura 6: Função de pertinência triangular da variável de entrada desenvolvimento da teoria aplicada à prática (input)



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

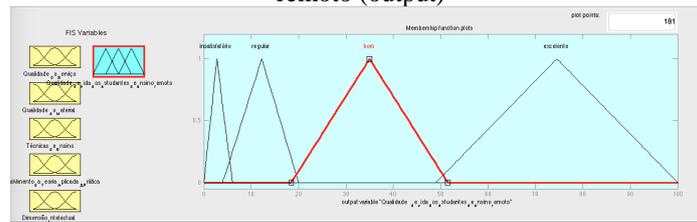
Figura 7: Função de pertinência triangular da variável de entrada dimensão intelectual (input)



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Como critério na variável de saída, foi aplicado para cada termo linguístico a média dos valores em percentuais obtidos a partir do resultado geral das respostas, conforme apresentado na figura 8.

Figura 8: função de pertinência triangular da variável de saída qualidade de vida dos estudantes de ensino remoto (output)



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

A base de regras foi estruturada a partir da coleta de dados e desenvolvida por especialistas com experiência em educação.

Foram consideradas 23 regras para a estruturação do modelo, seguindo a estrutura If...then: **Se** QS é QSx e QM é QMx e TE é TEx e TA é TAx e DI é DIx **então** QV é QVx.

- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA excelente e DI excelente então QV é excelente.
- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA bom e DI bom então QV é bom.
- ✓ Se QS é bom e QM é bom e TE é bom e TA excelente e DI excelente então QV é excelente.
- ✓ Se QS é bom e QM é bom e TE é bom e TA regular e DI regular então QV é regular.
- ✓ Se QS é regular e QM é bom e TE é regular e TA bom e DI bom então QV é bom.
- ✓ Se QS é regular e QM é insuficiente/fraco e TE é insuficiente/fraco e TA insuficiente/fraco e DI regular então QV é insuficiente/fraco.
- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA regular e DI bom então QV é bom.
- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA bom e DI regular então QV é bom.
- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA bom e DI excelente então QV é excelente.
- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA excelente e DI bom então QV é excelente.
- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA bom e DI excelente então QV é excelente.

- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA excelente e DI bom então QV é excelente.
- ✓ Se QS é bom e QM é bom e TE é bom e TA excelente e DI bom então QV é excelente.
- ✓ Se QS é regular e QM é bom e TE é regular e TA bom e DI excelente então QV é excelente.
- ✓ Se QS é excelente e QM é excelente e TE é excelente e TA regular e DI excelente então QV é excelente.
- ✓ Se QS é bom e QM é bom e TE é bom e TA excelente e DI regular então QV é bom.
- ✓ Se QS é bom e QM é bom e TE é bom e TA regular e DI excelente então QV é bom.
- ✓ Se QS é regular e QM é bom e TE é regular e TA excelente e DI regular então QV é bom.
- ✓ Se QS é bom e QM é excelente e TE é regular e TA excelente e DI bom então QV é bom.
- ✓ Se QS é bom e QM é insuficiente/fraco e TE é excelente e TA excelente e DI excelente então QV é excelente.
- ✓ Se QS é regular e QM é bom e TE é bom e TA excelente e DI regular então QV é bom.
- ✓ Se QS é bom e QM é insuficiente/fraco e TE é regular e TA insuficiente/fraco e DI regular então QV é insatisfatório.
- ✓ Se QS é regular e QM é bom e TE é regular e TA regular e DI bom então QV é regular.
- ✓ Se QS é bom e QM é excelente e TE é regular e TA regular e DI regular então QV é regular.
- ✓ Se QS é bom e QM é excelente e TE é excelente e TA bom e DI bom então QV é bom.

7 RESULTADOS

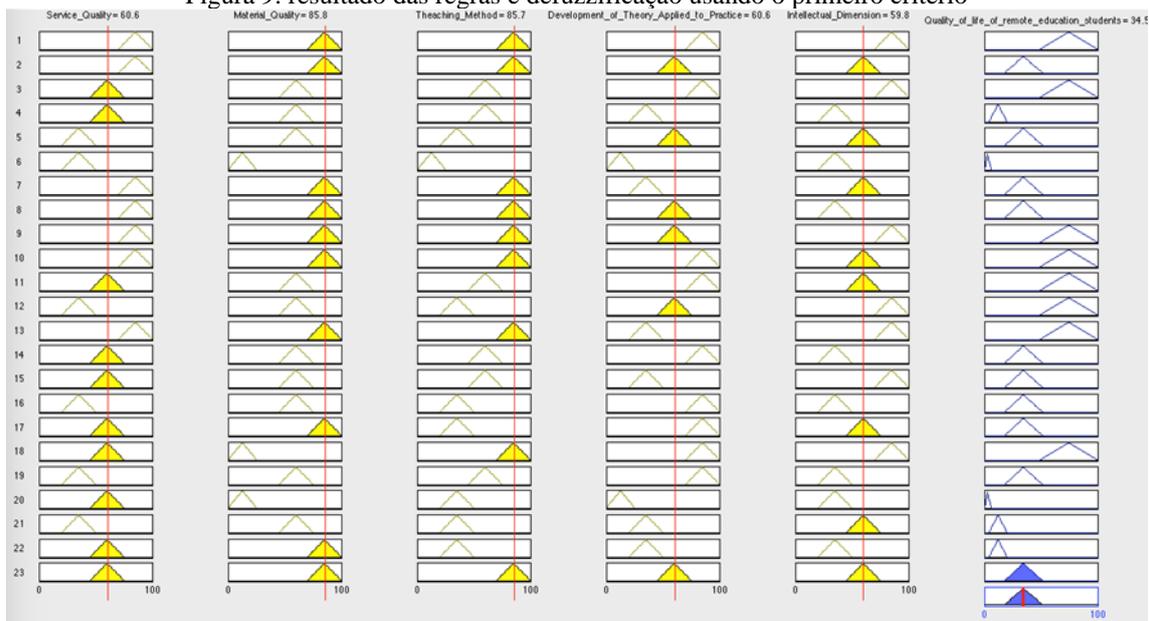
O questionário aplicado aos alunos da disciplina de pós-graduação apresentou que a qualidade do serviço é considerada por 52,6% dos alunos como boa, a qualidade do material é considerada por 78,9% dos alunos como excelente, a técnica de ensino é

considerada por 42,1% dos alunos como excelente, o desenvolvimento da teoria aplicada a pratica é considerada por 42,1% como boa e a dimensão intelectual é considerada por 52,6% dos alunos como boa.

Por meio da aplicação da estrutura do modelo *fuzzy* a análise da Qualidade de vida dos estudantes do ensino remoto, a resposta foi satisfatória para grande parte dos alunos, obtendo um resultado de output classificado como bom.

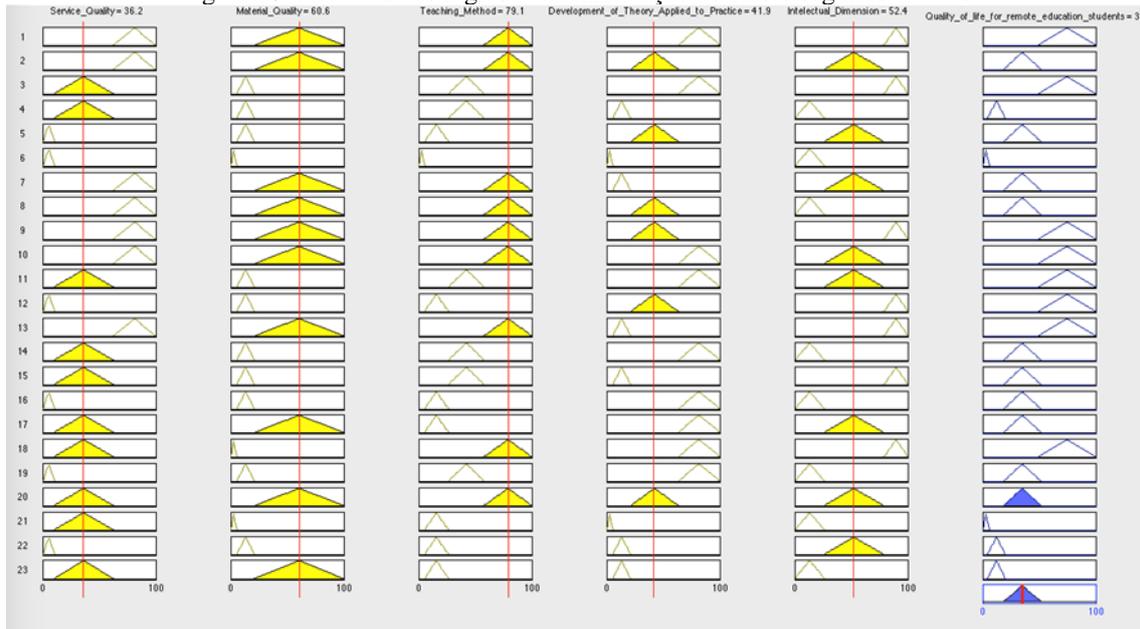
Este resultado está representado nas figuras 9 e 10 no qual podemos observar o processo de agregação dos consequentes das regras, apresentando o resultado final obtido pelo somatório das saídas em um único conjunto *fuzzy*. No resultado final tem-se a seguinte regra - **Se** QS é bom, QM é excelente, TE é excelente, TA é bom, DI é bom, **então** QV é bom - que correspondente ao maior percentual obtido no resultado geral de cada resposta do questionário.

Figura 9: resultado das regras e defuzzificação usando o primeiro critério



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Figura 10: resultado das regras e defuzzificação usando o segundo critério

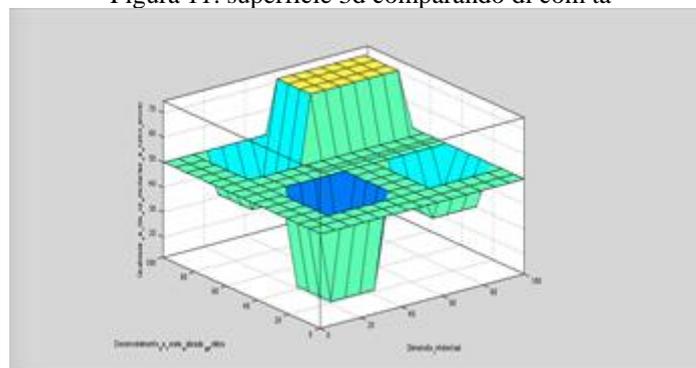


Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Conforme podemos observar nas figuras 9 e 10, o valor final *crisp* obtido no processo de *defuzzificação* foi de 34,5. Este valor considera que a qualidade do ensino remoto foi classificada pelos estudantes como boa, significando que não afetou significativamente a qualidade de vida desses estudantes mesmo em cenário de pandemia.

O resultado mostrou um equilíbrio entre o Desenvolvimento da Teoria Aplicada à Prática e a Dimensão Intelectual dos alunos, conforme podemos observar na imagem 11. A parte em azul escuro representa o nível de insatisfação, azul claro o nível de regularidade, em verde o nível considerado como bom e em amarelo o nível de excelência.

Figura 11: superfície 3d comparando di com ta

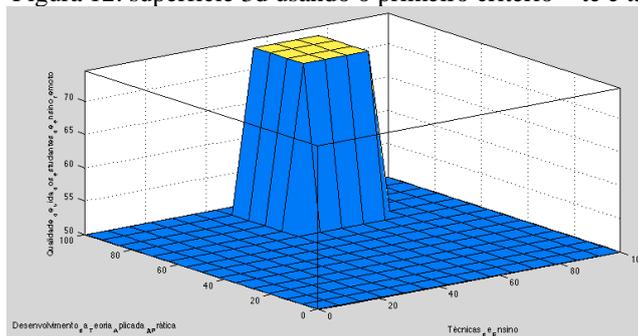


Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Nas figuras a seguir podemos observar duas possibilidades de combinação para cada um dos critérios.

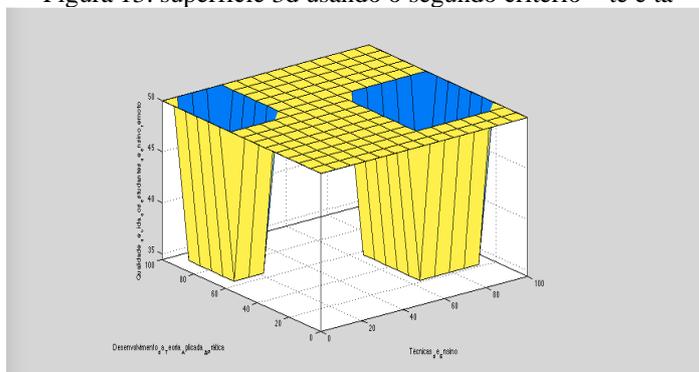
Nas figuras 12 e 13 observamos um buraco em azul a ser preenchido devido ao nível de insatisfação dos alunos em relação as Técnicas de Ensino comparada a Teoria Aplicada à Prática, demonstrando uma deficiência nesses dois aspectos. A parte amarela representa o nível de satisfação. Observamos também que o resultado da pesquisa demonstrou um nível de satisfação maior da turma em relação ao quadro geral.

Figura 12: superfície 3d usando o primeiro critério – te e ta



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

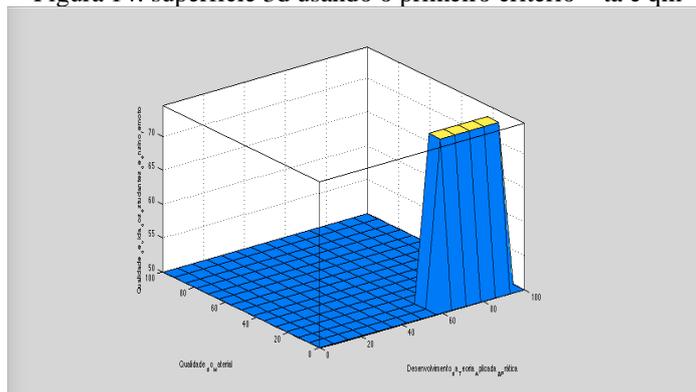
Figura 13: superfície 3d usando o segundo critério – te e ta



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

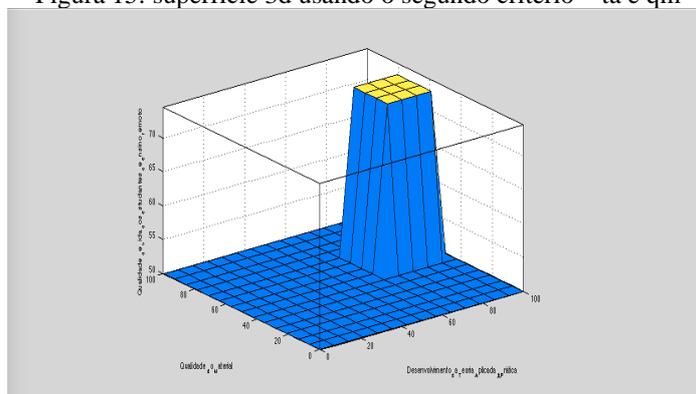
Nas figuras 14 e 15 observamos também um nível de insatisfação em relação ao Desenvolvimento da Teoria Aplicada à Prática comparado a Qualidade do Material. O nível de insatisfação no resultado da pesquisa foi maior.

Figura 14: superfície 3d usando o primeiro critério – ta e qm



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

Figura 15: superfície 3d usando o segundo critério – ta e qm



Fonte: elaboração própria no matlab (2021)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da Qualidade de vida dos estudantes do ensino remoto com a utilização da Lógica *Fuzzy* possibilitou um aprofundamento no estudo sobre o ensino na pós-graduação em cenário de pandemia COVID-19, apesar do cenário negativo gerado pela pandemia, os alunos consideraram que a Qualidade do Ensino foi boa.

Conclui-se conforme a opinião dos alunos de ensino remoto, que o ensino precisa melhorar nos seguintes aspectos que apresentaram algum grau de insuficiência: Qualidade do Material, Técnicas de Ensino e Desenvolvimento da Teoria Aplicada à Prática. A Qualidade do Material apesar de ter apresentado o mesmo grau de insatisfação, foi considerada como excelente pela maioria. A qualidade do Serviço e a Dimensão Intelectual não apresentaram grau de insuficiência e se mantiveram como bom no quadro geral de classificação.

Podemos observar a partir deste resultado, a importância de se manter uma boa Qualidade de Ensino e o quanto ela pode influenciar na Qualidade de Vida dos estudantes,

que está diretamente ligada à sua Dimensão Intelectual. Considera-se um ensino de excelência do ponto de vista dos especialistas, o ensino que atende de forma proporcional os cinco aspectos.

O trabalho desenvolvido neste artigo apresenta grande possibilidade de desenvolvimento de outras análises dentro e fora da pós-graduação considerando a análise da Qualidade de Vida em cenários de pandemia. O trabalho também serve como um indicador para acompanhamento do desempenho dos pesquisadores, é notável que o cenário atual exige uma dedicação para apoio a medidas que reduzam o impacto gerado pela COVID-19 a sociedade e para que esse desempenho se mantenha é necessária uma qualidade de vida equilibrada.

REFERÊNCIAS

ALAN, D. KAYE, M. P.-1. (2020). Economic Impact of COVID-19 Pandemic on Health Care Facilities and Systems: International Perspectives. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*

AMENDOLA, M.; SOUZA, AL D. E.; BARROS, L. C., Manual on the use of Fuzzy Set Theory in MATLAB 6.5, São Paulo, Campinas, 2005. Available at: https://www.ime.unicamp.br/~laeciocb/manual_fuzzy_matlab.pdf. Accessed on: December 05, 2020.

ARETIO, L. G. Educación a distancia. Bases conceptuales. In: Educación a distancia hoy. Madrid: Universidad de Educación a Distância. p. 11 – 57, 1994.

ARCANJO, A., LUGULLO, J., MENEZES, C. C., GIANGIARULO, T. C., REIS, M. C., GIANGIARULO, G. M., & REIS, M. C. (November 2020). The emerging role of neutrophil extracellular traps in coronavirus 2 severe acute respiratory syndrome (COVID-19).

ANVERSA, A. C.; FILHA, V. A. V. S.; SILVA, E. B.; FEDOSSE, E., Quality of life and academic daily life: a necessary reflection. *Journal. Brazilian Occupational Therapy, São Carlos*, v. 26, no. 3, p. 626-631, 2018.

ARTHI, V., & PARMAN, J. Disease, downturns, and wellbeing: Economic history and the long-run impacts of COVID-19. *Explorations in Economic History*, p. 1-31, 2020.

BANDEIRA, R. A. de M., Methodology for assessing the sustainability of urban freight transport operations, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: < <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/12016/1/RenataAlbergariaDeMelloBandeira.pdf> f. > Acesso em: Setembro, 2020.

BELLONI, M. L. Educação a distância e inovação tecnológica. *Trabalho, Educação e Saúde*, 3(1), p. 187-198. 2005. doi:10.1590/s1981-77462005000100010

BENALCÁZAR, M., BARONA, L., VALDIVIESO, Á., VIMOS, V., VELASTEGUI, D., SANTACRUZ, C. Educational Impact on Ecuadorian University Students Due to the COVID-19. *Educational Context*, p.12-17. 2022.

BETTI, G. What impact has the economic crisis had on quality of life in Europe? A multidimensional and fuzzy approach. *Quality & Quantity*. v.51, p. 351-364, 2017.

BETTI, G. Fuzzy measures of quality of life in Germany: a multidimensional and comparative approach. *Quality & Quantity*, v. 51, p.23–34, 2017.

BOUÇA, D., SAMPAIO, D. Clinical evaluation of eating behavior disorders. *Portuguese Journal of Psychosomatics*, p. 121-133. 2002.

BRITO, A. A., THIMOTEO, T.B., BRUM, F. Social networks, their implications on the body image of students, adolescents and the coronavirus pandemic context. pp. 105-125. 2020.

CAMPOS, D.O.; NETO, J.F.R.; Quality of Life: An instrument for health promotion. Bahian Magazine of Public Health. v.32, n.2, p.232-240, 2008.

CRUZ, S. C., KLOSOSKI, V. E. F. Y., SPENCE, N. C. F. M. A saúde mental em tempos de pandemia: um estudo de caso. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.11, p.70962-70977, nov., 2022.

DONATA, M., QUATTO, P., RIPAMONTI, E. Intuitionistic fuzzy sets in questionnaire analysis. Quality & Quantity. v. 50, p. 767-790, 2016.
Fernandes, M. H. (2003).

HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. Disponível em: < <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning> > Acesso dezembro, 2020.

HOLLING, C. S.; GUNDERSON, L. Resilience and adaptive cycles. In: Gunderson, L.; HOLLING, C. S. (eds.) Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems, pp. 25-62. Island Press, Washington. 2002.

IPEA – Institute for Applied Economic Research (2020). Disponível em: < <https://www.ipea.gov.br> > Acesso em dezembro de 2020.

KARAKOSE, T., YIRCI, R., & s, P. Examining the Associations between COVID-19-Related Psychological Distress, Social Media Addiction, COVID-19-Related Burnout, and Depression among School Principals and Teachers through Structural Equation Modeling. *Environmental Resolution Public Health*. 2022.

KEEGAN, S. D. *et al.* Distance Education International Perspectives. London, Routledge, 1980.

LDB: Law of guidelines and bases for national education. – Brasília: Federal Senate, Coordination of Technical Editions, p. 58. 2017.

LEONARDO, I.C. de M.; COSENZA, C.A.; DORIA, F., A Determination of the best route for load distribution based on fuzzy method and algorithm for multi-criteria decision making, 2014, Engenharia de Produção-UFRJ, Rio de Janeiro, p.13, 2014.

LIN, T. H. Identifying optimal items in quality-of-life assessment. Quality & Quantity. v.41, p. 661–672, 2007.

MACEDO, R; FASTI, R.; Marketing Research: Teaching Quality at EAESP-FGV. PIBIC/CNPq Final Report. 1999. Disponível em: < <https://pesquisa-eaespgfv.br/publicacoes/pibic/pesquisa-sobre-qualidade-de-ensino-na-eaespgfv> > Acesso em setembro de 2020.

MARQUES, L. Q., MARQUES, B. T., CAVALCANTE, J. L., ARAUJO, J. V. R., PASSOS, D. D. N., SANTOS JUNIOR, V. O., SILVA, W. C. Ensino remoto: um relato de experiência da execução da disciplina estrutura de dados. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.8, n.8, p.55169-55179, aug., 2022

MASSAD, E; ORTEGA, N. R. S.; BARROS, L. C. DE; STRUCHINER, C. J., Fuzzy Logic in Action: Applications in Epidemiology and Beyond, *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, volume 232, Poland, 2008.

MATLAB 5.3. The Language of technical Computing, Version 7.10.0.499 (R2010a). The Math Works, Inc, February, 5, 2010.

MAYIGANE, L. N., VÁSQUEZ, C. C., VENTE, C., CHARLES, D., COPPER, F. A., BELL, A., CHUNGONG, S. The necessity for intra-action reviews during the Covid-19 pandemic. *The Lancet*. 2020.

MITCHELL, F. Communicating with children about Covid-19. *The Lancet*. (2020).

MINAYO, M. C. S.; BARTZ, Z. M. A.; BUSS, P. M., Quality of life and health: a necessary debate. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 5(1): p. 7-18, 2000.

MOREL, G.; AMALBERTI, R.; CHAUVIN, C. Articulating the differences between safety and resilience: the decision-making process of professional seafishing skippers. *Hum. Factors* 50, 1-16 (2008).

NICH, R., CHAVES, T. V., BOLZAN, D. B., BRITTES, L. R. Perceptions on the use of learning theories in a teacher training course for early grades. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.8, n.10, p. 65346-65359. 2022.

PIYA, F., AMIN, S., DAS, A., KABIR, M. Impacts of COVID-19 on the Education, Life and Mental Health of Students in Bangladesh. *Environment Resolution of Public Health*, 16. 2022.

RIGNEL, D. G. D. S.; CHENCI, G.P.; LUCAS, C. A., An Introduction to Fuzzy Logic, *Electronic Journal of Information Systems and Technological Management*, v. 1, no. 1, p. 12, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.unifacel.com.br/index.php/resiget/article/view/153>> Acesso em: setembro de 2020.

RODRIGUES, R. S. Evaluation model for courses in distance education: structure, application and evaluation. 1998. Dissertação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/roser/index.htm>> Acesso em dezembro de 2020.

ROSS, T. J. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. 3rd ed. USA: John Wiley & Sons Ltd, 2010. 607 p.

SANCHEZ, H. M.; SANCHEZ, E. G. M.; BARBOSA, M. A.; GUIMARÃES, E. C.; PORTO, C. C.; Health impact on the quality of life and work of university professors from different areas of knowledge. *Science & Public Health*, v. 24(11): p. 4111-4122, 2019.

SANTOS, V. M. dos; GRECCO, C. H. dos S.; CARVALHO, R. J. M. de; CARVALHO, P. V. R. de. A fuzzy model to assess the resilience of Protection and Civil Defense Organizations. *Quality & Quantity*. v. 54, p. 735-759, 2020.

SCATTOLIN, F.A.A., Quality of life - The evolution of the concept and measurement instruments. *Journal of the Faculty of Medical Sciences of Sorocaba*, v.8,n. 4,p. 1-5, 2006. Science and technology as a development strategy. Published on 07/11/2019 - Last modified on 12/23/2020 at 1:45 PM. Disponível em: < <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/116-a-ciencia-e-a-tecnologia-como-estrategia-de-desenvolvimento> > Acesso em: 20/12/2020.

SHAFIQ, M. On the survival models for step-stress experiments based on fuzzy life time data. *Quality & Quantity*. v.51, p. 79-91, 2017.

SHAZAD, A., Hassan, R., Yusuff, A., Hussain, A., & Lodhi, R. N. Effects of COVID-19 in E-learning on higher education institution students: the group comparison between male and female. *Quality & Quantity*. (2020)

SHERIDAN, T. B. Risk, human error and system resilience: fundamental ideas. *Hum. Factors* 50(3), p. 418-426. 2008.

SILVA, L.R., GUIMARÃES, R., MOHEDANO, F.O. Comparative study of the consumption of audiovisual content through smartphones in Brazil and Spain. *Magazine of technologies in projection*, p. 17-27. 2020.

TANAKA, K. An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications, Department of Mechanical Systems Engineering, 1996, Japan.

VAN DE VORM, J.; BEEK, D.; BOS, E.; STEIJGER, N.; GALLIS, R.; ZWETSLOOT, G. Images of resilience: the resilience analysis grid applicable at several organizational levels? In: Hollnagel, E.; Rigaud, É.; Besnard, D. (eds.) *proceedings of the Fourth Resilience Engineering Symposium*, pp. 263-269. Presses de Mines, Paris (2011). <https://doi.org/10.4000/books.pressesmines.1115> Acesso em 02/05/2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. The development of the World Health Organization quality of life assessment instrument (the WHOQOL). In: ORLEY, J.; KUYKEN, W. *Quality of life assessment: international perspectives*. Heidelberg: Springer Verlag, 1994. p. 41-60.