

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE  
TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE FATORES E ERROS  
HUMANOS NO CANAL DE INSPEÇÃO DE AEROPORTOS  
POR ESCALA LIKERT APRIMORADA POR LÓGICA  
DIFUSA**

**RÔMULO CHEDIECK LOBO**

**ORIENTADORA: FABIANA SERRA DE ARRUDA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM TRANSPORTES**

**BRASÍLIA-DF, 18 DEZEMBRO DE 2020**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE  
TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE FATORES E ERROS  
HUMANOS NO CANAL DE INSPEÇÃO DE AEROPORTOS  
POR ESCALA LIKERT APRIMORADA POR LÓGICA  
DIFUSA**

**RÔMULO CHEDIECK LOBO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

**APROVADA POR:**

**FABIANA SERRA DE ARRUDA, DSc. (ENC/UnB) (ORIENTADORA)**

**MICHELLE ANDRADE, DSc. (ENC/UnB) (EXAMINADOR INTERNO)**

**CARLOS EDUARDO TEIXEIRA NEVES, MSc (ENC/UnB) (EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 18 DE DEZEMBRO DE 2020**

## FICHA CATALOGRÁFICA

LOBO, RÔMULO CHEDIECK

Avaliação da percepção de fatores e erros humanos no canal de inspeção de aeroportos por Escala Likert aprimorada por Lógica Difusa [Distrito Federal] 2020.

vii, 71 p., 210x297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2020)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Lógica Difusa 2. Sistema de Inferência de Mamdani

3. Escala Likert 4. Security

I. ENC/FT/UnB II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LOBO, R.C. (2020). Avaliação da percepção de fatores e erros humanos no canal de inspeção de aeroportos por Escala Likert aprimorada por Lógica Difusa. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 71 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Rômulo Chedieck Lobo.

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Avaliação da percepção de fatores e erros humanos no canal de inspeção de aeroportos por Escala Likert aprimorada por Lógica Difusa.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2020.

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta Monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Rômulo Chedieck Lobo

romuloclobo@gmail.com

Brasília/DF – Brasil

## RESUMO

É objeto de discussão se a Escala Likert é intervalar ou ordinal, pois não é claro se ela possui tamanhos de intervalo equivalentes. Sendo assim, não seria adequado associar às respostas de questionários em Escala Likert valores exatos e fazer análises estatísticas com eles. Para contornar isso, Vonglao (2017) realizou um estudo para melhorar a medição de variáveis latentes por Escala Likert utilizando o Sistema de Inferência *Fuzzy* de Mamdani e ao final obteve resultados mais adequados ao compará-los com a Escala Likert tradicional. Não é raro observar questionários em Escala Likert sendo administrados em estudos acadêmicos para ao final ter suas respostas associadas a valores exatos. Particularmente na área de Transportes da Engenharia Civil constata-se um uso de questionários com este tipo de escala para obter dados de indivíduos. Dentro da área de Transportes, no setor de *Security*, Arcúrio (2014) elaborou um questionário em Escala Likert com 60 questões para identificar a percepção da incidência de fatores e erros humanos nos canais de inspeção de 18 aeroportos brasileiros. Para isso, 602 agentes de segurança da aviação civil foram consultados e responderam ao questionário. Com os dados obtidos, a autora fez levantamentos estatísticos e concebeu a lista dos 10 fatores e erros humanos mais frequentes nos canais de inspeção de acordo com a opinião dos agentes. A proposta deste trabalho é aplicar o método de Vonglao (2017) para melhoramento de dados de questionários em Escala Likert de cinco níveis ao questionário de Arcúrio (2014) para encontrar os 10 fatores e erros humanos mais frequentes nos canais de inspeção e comparar os resultados. Foram feitas 3 análises com os dados obtidos por meio da Lógica Difusa e a lista de fatores e erros encontrados diferiu dos de Arcúrio (2014), sendo que nas análises deste estudo os erros humanos foram mais frequentes que os fatores humanos, ao contrário do resultado obtido pela autora.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Funções de pertinência de 3 variáveis linguísticas	10
Figura 2 – Sistema de inferência fuzzy	13
Figura 3 – Questionário de Validade	25
Figura 4 – Funções de pertinência de Opinião dos Respondentes	31
Figura 5 – Funções de pertinência de Validade	31
Figura 6 – Funções de pertinência de Discriminação	32
Figura 7 – Funções de pertinência de Resposta Adequada	33
Figura 8 – Exemplo de valores de pertinência de entrada	37
Figura 9 – Exemplo de truncamento de função de saída	38
Figura 10 – Exemplo de agregação das funções truncadas	39
Figura 11 – Exemplo de cálculo do código	40
Figura 12 – Áreas delimitadas por linha	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro comparativo entre métodos	18
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formas gráficas mais frequentes da função de pertinência	11
Tabela 2 – Tamanho da amostra utilizada para cada item	20
Tabela 3 – Relação de níveis de escala e respectivas notas	22
Tabela 4 – Opinião dos respondentes	22
Tabela 5 – Validade das questões (IOC)	26
Tabela 6 – Discriminação das questões (IDI)	28
Tabela 7 – Nomenclatura das variáveis linguísticas	34
Tabela 8 – Regras criadas	35
Tabela 9 – Escala Likert Fuzzy	41
Tabela 10 – Comparação entre Escala Likert e Escala Likert Fuzzy	43
Tabela 11 – Resultados das análises	46
Tabela 12 – 10 fatores/erros humanos (ARCÚRIO, 2014)	48
Tabela 13 - 10 fatores/erros humanos (Análise 1)	48
Tabela 14 - 10 fatores/erros humanos (Análise 2)	49
Tabela 15 - 10 fatores/erros humanos (Análise 3)	49
Tabela 16 - 10 fatores/erros humanos mais perceptíveis de acordo com agentes AVSEC	51

## SUMÁRIO

<b>1-INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1-OBJETIVO.....	02
<b>1.1.1-Objetivo Geral.....</b>	<b>02</b>
<b>1.1.2-Objetivos Específicos .....</b>	<b>03</b>
<b>1.1.3-Justificativa.....</b>	<b>03</b>
<b>2-REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>04</b>
2.1-REVISÃO SISTEMÁTICA.....	04
2.2-SECURITY.....	05
2.3-FATORES E ERROS HUMANOS.....	07
2.4-LÓGICA DIFUSA.....	09
<b>3-MÉTODO.....</b>	<b>14</b>
<b>4-APLICAÇÃO DO MÉTODO.....</b>	<b>19</b>
4.1-SELEÇÃO.....	19
4.2-TÉCNICA.....	21
<b>4.2.1-Cálculo dos antecedentes.....</b>	<b>21</b>
4.2.1.1-Opinião dos respondentes.....	22
4.2.1.2-Validade.....	24
4.2.1.3-Discriminação.....	27
<b>4.2.2-Fuzzificação.....</b>	<b>30</b>
4.2.2.1-Opinião dos respondentes.....	30
4.2.2.2-Validade e discriminação.....	31
4.2.2.3-Resposta adequada.....	32
<b>4.2.3-Avaliação das regras fuzzy.....</b>	<b>33</b>
<b>4.2.4-Agregação.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.5-Desfuzzificação.....</b>	<b>39</b>
4.3-RESULTADOS.....	41
<b>4.3.1-Escala Likert Fuzzy.....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.2-Análise comparativa dos erros e fatores humanos.....</b>	<b>45</b>
<b>5-CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos aeroportos do Brasil, sabe-se que todo indivíduo que deseja ingressar em uma aeronave passa por processos chamados de camadas de segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita. O check-in é a primeira camada e tem por intuito confirmar a presença do passageiro e recolher as informações pessoais e da bagagem. O canal de inspeção é a segunda camada que induz o indivíduo a passar pela triagem à procura de objeto ilícito, sendo que uma outra camada ainda pode surgir com a revista rigorosa, caso a pessoa seja flagrada portando tal objeto não permitido (SKORUPSKI; UCHRONSKI, 2017). Finalmente, a terceira camada é a identificação do passageiro antes do embarque na aeronave por meio da apresentação de documento (ARCÚRIO, 2014).

Todas essas camadas estão sujeitas, no entanto, a erros e riscos de falharem por inúmeros motivos, como por exemplo, a distração de um agente ao conduzir uma inspeção de raio X. Estes riscos devem ser propriamente gerenciados para serem reduzidos, analisando os custos não só materiais, mas também subjetivos (pois revistas e escolhas enviesadas podem ferir a dignidade do passageiro) e as probabilidades de erro de dispositivos e fatores humanos (GERSTENFELD; BERGER, 2011).

Em sua dissertação de mestrado, Arcúrio (2014) identifica os erros e fatores humanos no canal de inspeção de 18 aeroportos do Brasil. Os dados da dissertação foram reunidos através de questionário em Escala Likert respondido e avaliado diretamente por mais de 600 agentes de proteção da aviação civil. Este questionário encontra-se no Anexo A deste documento. Por evidentemente serem dados extraídos de seres humanos, há uma carga de subjetividade intrínseca nos resultados da pesquisa.

Essa subjetividade é ainda mais agravada pelo tipo de questionário, pois utiliza a Escala Likert. Em sua forma mais usual, esta escala contém 5 níveis de resposta, que podem estar relacionados à concordância, intensidade ou frequência, dependendo do item. Em termos de concordância, a resposta “Discordo totalmente” seria o nível mais baixo de concordância e “Concordo totalmente” o nível mais alto onde as opções são, ordinalmente, “Discordo totalmente”, “Discordo”, “Não concordo nem discordo”, “Concordo” e “Concordo totalmente”. Esta escala é muito utilizada em questionários para obter-se informação



comportamental humana e é comum dar notas para cada nível da escala como, por exemplo, escores de 1 a 5 (RETIEF; POTGIETER; LUTZ, 2013). Vonglao (2017) argumenta, no entanto, que a Escala Likert não deve ter seus dados analisados por meio de operações matemáticas como adição e multiplicação e cálculos estatísticos como a média aritmética e o desvio padrão, visto que os intervalos de concordância não são equivalentes e variam de pessoa para pessoa. Sendo assim, a Escala Likert é uma escala ordinal e não pode ser tratada como intervalar. Retief, Potgieter e Lutz (2013) afirmam que, no caso da escala de frequência, é bem possível que a distância entre “Às vezes” e “Frequentemente” é menor do que a distância entre “Nunca” e “Às vezes”, já que o respondente pode ter mais relutância em responder “Nunca”. Jia e Enders (2015) em seu estudo para processar falta de dados tratam a Escala Likert como ordinal, sem considerar o caráter intervalar.

Em seu estudo, Vonglao (2017) utiliza Lógica Difusa para aprimorar a Escala Likert e adaptá-la para melhor tratamento matemático. O método de Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*) permite unir informação objetiva e a incerteza e subjetividade do sistema que, por meio de funções, pode gerar dados quantitativos, capazes de serem aplicados a tomadas de decisões e controle de sistemas (SKORUPSKI; UCHRONSKI, 2017). Mamdani (1975) propôs um sistema de inferência *fuzzy* que controlaria uma combinação de máquina a vapor e caldeira sintetizando um conjunto de regras difusas obtidas de pessoas que trabalhavam no sistema. Este sistema de inferência é um dos mais utilizados para aplicação da Lógica Difusa e foi o empregado por Vonglao (2017). Este autor aplica o Sistema de Inferência *Fuzzy* de Mamdani para modificar as notas (1 a 5) da Escala Likert de cada item de seu questionário e obtém ao final a “Escala Likert Melhorada”, demonstrando com ferramentas estatísticas que os dados tornaram-se mais adequados para análise.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os erros e fatores humanos mais frequentes nos canais de inspeção por meio da Lógica Difusa.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Comparar os resultados obtidos por Arcúrio (2014) com os resultados obtidos com a Lógica Difusa;

Comparar os valores encontrados para cada nível de resposta da Escala Likert aprimorada por Lógica Difusa com os da Escala Likert tradicional;

Criar ferramenta para aplicar o método de Vonglao (2017) de forma automática em questionários com Escala Likert de 5 níveis.

### **1.1.3 Justificativa**

Sabe-se que o transporte aéreo é amplamente utilizado ao redor do globo, sendo um dos mais rápidos e seguros meios de transporte, além de possibilitar acesso aos mais diversos lugares e ao transporte de larga escala. Com alta demanda e preços cada vez mais acessíveis, as aeronaves são muito atraentes aos viajantes, mas também aos criminosos, que buscam métodos de burlar o sistema de segurança aeroportuária. De acordo com Arcúrio (2014), muitos fatores contribuem para terroristas visarem cometer atos ilícitos em aeronaves, como a ampla publicidade mundial, a vulnerabilidade e possibilidade de fuga deste meio de transporte, a grande quantidade de reféns, o uso da aeronave como ferramenta para destruição em massa, entre outras (CANO et al., 2014).

É pouca, portanto, a margem para erros no que tange à segurança da aviação civil. Após repetidas tentativas e êxitos de atos terroristas, a *Aviation Security* tornou-se uma necessidade e preocupação mundial. Sendo assim, os aspectos relativos a *Security* detém ampla relevância na segurança nacional e internacional e, por esta razão, deve-se produzir conhecimento científico acerca do assunto para que vidas sejam preservadas e atos ilícitos sejam evitados cada vez mais.

Além dos motivos supracitados, Arcúrio (2014) também esclarece que há poucos estudos realizados sobre segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita relacionados a

fatores e erros humanos. Estes foram contribuintes de cerca de 10% de 36 acidentes aéreos ocorridos em São Paulo entre 2000 e 2005 (FAJER; ALMEIDA; FISCHER, 2011). Assim, os fatores humanos são expressivos para a aviação civil e devem ser objeto de estudo para reduzir as falhas humanas em aeroportos.

Vonglao (2017) defende que a Escala Likert possui falhas, pois consiste em uma escala ordinal e não intervalar. Além disso, ela é influenciada pelos sentimentos, opiniões pessoais e fatores humanos das pessoas que a respondem. Sendo assim, não é apropriado analisar seus dados utilizando operadores aritméticos ou cálculos estatísticos como o desvio padrão (VONGLAO, 2017).

É com base nestes fatos que o presente trabalho se justifica. Deve-se mitigar os erros e fatores humanos relacionados à segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita. O trabalho de Arcúrio (2014) proporciona esta redução pela análise dos dados obtidos e, por meio do refinamento do método de Escala Likert com uso de Lógica Difusa, é possível alcançar resultados mais sólidos e precisos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA**

As bases de dados consultadas para a revisão sistemática foram: Web of Science, Scopus e SciELO. Elas foram escolhidas devido às suas relevâncias para o mundo acadêmico e a última, além disso, para melhor buscar por literatura nacional.

Os filtros consistiram em: artigos publicados há no máximo 10 anos, revisados por pares e com o tópico no campo da engenharia. Além disso, foram excluídos artigos em línguas senão o português e o inglês.

Com base na pergunta referente ao objetivo do estudo e algumas pesquisas, foram obtidas as seguintes palavras-chave:

security AND airport, screening AND airport, segurança E aeroportos, segurança E aviação civil, canal de inspeção E aeroporto, aviação civil E agente E segurança; human factors AND

security AND airport, human factors AND security AND civil aviation, fatores humanos E segurança E aeroporto, fatores humanos E canal de inspeção, fatores humanos E aviação civil; fuzzy logic AND security AND airport, fuzzy logic AND screening AND airport, fuzzy logic AND human factors AND airport, lógica difusa E aviação civil e lógica difusa E aeroportos; Likert Scale; Likert Scale AND fuzzy logic e Escala Likert.

## 2.2 SECURITY

De acordo com Arcúrio (2014), o setor de *security* (segurança da aviação civil contra atos ilícitos) abrange vários órgãos. Além dos operadores aeroportuários que atuam no canal de inspeção, os seguintes órgãos e entidades compõe a estrutura do sistema de segurança da aviação civil contra atos ilícitos: Comando da Aeronáutica, Polícia Federal, organizações do Sistema Nacional de Defesa Civil, concessionárias, empresas de táxi aéreo, Receita Federal, ANVISA, entre outros (PNAVSEC, 2010).

O canal de inspeção da aviação civil é um local que concentra equipamentos de segurança e profissionais AVSEC capacitados que interagem de forma conjunta, harmônica e integrada para evitar que sejam introduzidos, em área restrita de segurança e em aeronaves, itens que possam ser utilizados para cometer atos de interferência ilícita (ARCÚRIO; FORTES e ARMBORST, 2016). Além disso, este canal possui várias camadas de inspeção: “Nos aeroportos, todos passageiros/itens passam por várias camadas de inspeção de controle de acesso do sistema, onde eles são inspecionados por instrumentos sofisticados e agentes treinados a fim de conter ameaças.” (NIE *et al.*, 2009, tradução nossa).

Arcúrio, Fortes e Armborst (2016) explicam que, com referência ao âmbito operacional, há 4 funções principais no canal de inspeção: controlador de fluxo, inspetor manual de passageiros e bagagens de mão, operador de equipamento de raio X e supervisor.

O controlador de fluxo, como explicitado pela própria denominação, regula o fluxo de passageiros para serem inspecionados, pedindo-lhes que aguardem ou prossigam (ARCÚRIO; FORTES E ARMBORST, 2016). De acordo com Kierzkowski (2017), o controle de segurança deve ser efetivo para eliminar objetos não permitidos, mas deve ser também eficiente para passageiros no canal de inspeção não se atrasarem para seus voos.

O inspetor manual de passageiros e bagagens de mão e o operador de equipamento de raio X possuem também nomes autoexplicativos, sendo que o primeiro é responsável por inspecionar passageiros e bagagens de mão e este último, além de operar a máquina, tem o papel de através de um monitor detectar o acesso de materiais controlados (ARCÚRIO; FORTES E ARMBORST, 2016).

Por último, o supervisor fiscaliza e controla as atividades conduzidas por APACS durante os procedimentos do canal de inspeção (ARCÚRIO; FORTES E ARMBORST, 2016). Estes agentes devem ser treinados adequadamente para garantir maior segurança contra atos ilícitos: “Desde a primeira conferência interministerial depois do 11 de setembro, a importância do treinamento dos agentes de segurança tem sido enfatizada na revisão do anexo 17 da OACI [...]” (GRAMATICA *et al.*, 2016, tradução nossa).

De acordo com Gramatica *et al.* (2016), já que o treinamento de APACs é caro e pode custar cerca de 2% dos custos indiretos dos aeroportos, é um desafio que os gerentes de segurança do aeroporto achem um treinamento adequado que resulte em um nível de segurança razoável. Além disso, outro obstáculo para promover a melhora do treinamento dos agentes de segurança da aviação civil são os dados relacionados a incidentes causados por fatores humanos que são frequentemente limitados ou descrevem uma visão restrita do cenário por não levar em conta alguns fatores que influenciam na performance do agente (GRAMATICA *et al.*, 2016).

Mesmo com o avanço da tecnologia de equipamentos de raio X, a detecção de itens não permitidos ainda é altamente dependente de operadores humanos que interpretam as imagens de raio X e tomam a decisão se determinada bagagem tem permissão para entrar na aeronave (HALBHERR *et al.*, 2013).

Essas decisões são altamente afetadas por fatores humanos, pois operadores necessitam interpretar imagens nem sempre muito claras (SKORUPSKI; UCHRONSKI, 2015). Existem softwares, no entanto, que podem ser instalados em equipamentos de raio X e combinam a imagem do raio X com imagens de itens proibidos, diminuindo as chances de falha. Além dos equipamentos de raio X, há os detectores de metais dos canais de inspeção de aeroportos que

são usados para identificar objetos metálicos carregados pelos passageiros e tripulação quando desejam embarcar na área segura do terminal (SKORUPSKI; UCHRONSKI, 2016).

Ao avaliar se necessário adicionar algum elemento de segurança ao sistema, deve-se estimar seu custo-benefício. A adição de um equipamento de segurança, à primeira vista, pode parecer que trará uma melhora à segurança aeroportuária, mas na verdade vários fatores devem ser considerados: custo monetário, atraso para passageiros, invasão à privacidade dos passageiros, fatores legais, entre outros (GERSTENFELD; BERGER, 2011).

O campo de *Security* ainda vai além, pois os danos causados por terroristas têm implicações políticas e sociais, além das vidas perdidas (GERSTENFELD; BERGER, 2011). Deste modo, a segurança nos aeroportos é pauta de relevada importância mundial e consiste em um sistema de gerenciamento de riscos complexo que requer grandes cuidados e análises precisas.

### 2.3 FATORES E ERROS HUMANOS

Conhecer o impacto das características individuais dos profissionais de segurança e as demandas de cada tarefa a ser realizada é vital para que os procedimentos do canal de inspeção contenham menos erros (MEUTER; LACHEREZ, 2015). Vários estudos já mostraram que o erro humano são causa de até 80% de todos incidentes e acidentes na aviação (GARRETT; TEIZER, 2009). Sendo assim, os fatores e erros humanos são elementos bastante relevantes durante a inspeção de bagagens e pessoas.

A área de fatores humanos identifica as questões que afetam a performance das pessoas no trabalho e as possíveis causas para a ocorrência de acidentes ou incidentes, analisando as características e habilidades individuais (GARRETT; TEIZER, 2009). Hofer e Wetter (2012) afirmam que o conceito de fatores humanos, área que busca entender as interações entre seres humanos e elementos do ambiente (geralmente de trabalho), muitas vezes coincide com o de ergonomia. O documento da Organização da Aviação Civil Internacional DOC 9808 (2012) trata dos fatores humanos na aviação civil. De acordo com o documento, os fatores humanos podem ser classificados em 4 eixos temáticos: operadores, tecnologia, entorno operacional e cultura organizacional e, por último, certificação (OACI, 2002, tradução nossa). Cada um desses eixos pode ser classificado individualmente para análise específica.

Os erros humanos podem ser classificados como intencionais ou não intencionais (GARRETT; TEIZER, 2009). Eles também diferem dos fatores humanos pois consistem na falibilidade humana em alcançar os objetivos para ações planejadas sem ocorrência de imprevistos (REASON, 2009). Reason (2009) classifica os erros em três modalidades: habilidades, regras e conhecimentos. Quanto à sua ocorrência, de acordo com o mesmo autor, podem ser por deslizos, quando há falha na execução, ou equívocos, quando há falha no planejamento.

Em seu trabalho, Arcúrio, Fortes e Armborst (2016) concluem que dos dez primeiros fatores e erros humanos que incidem nos canais de inspeção, apenas 1 deles corresponde a erro humano. O estudo indica, portanto, que os fatores humanos estão bastante presentes nos procedimentos do canal de inspeção.

Neste canal, os profissionais que mais refletem os erros e fatores humanos são os operadores de equipamento de raio X, pois detectores de metal funcionam de forma automática e revistas manuais são menos frequentes. Sabe-se que operadores de equipamentos de raio X em aeroportos estão realizando uma tarefa de reconhecimento de objetos e busca visual (HALBHERR *et al.*, 2013). Segundo Palmer (1999 apud HALBHERR *et al.*, 2013) reconhecer objetos é uma função importante da percepção humana e do sistema cognitivo.

Meuter e Lacherez (2015) explicam que quanto maior o turno de trabalho e o fluxo de bagagens no canal de inspeção, maior a probabilidade de falha na detecção de objetos ilícitos. Além disso, ao visualizar imagens de raio X, uma competência relevante de um agente de segurança deve ser a atenção constante para ameaças mais sutis não passarem despercebidas (MEUTER; LACHEREZ, 2015).

Segundo Gramatica *et al.* (2016), uma das questões de maior relevância que contribuem para um trabalho grosseiro dos agentes de proteção da aviação civil são os baixos salários do setor, fazendo com que não haja trabalhadores qualificados e com longo tempo de permanência na área, fatos também apontados por Arcúrio, Fortes e Armborst (2016). “Fatores emocionais como medo, estresse, somados à carga de trabalho, fadiga e pressão de tempo também podem ser influências importantes na performance humana e tomadas de decisão” (GARRETT;

TEIZER, 2009, tradução nossa).

Em seu estudo, Arcúrio (2014) elabora 60 itens para identificar os fatores e erros humanos presentes nos canais de inspeção de acordo com a percepção dos agentes AVSEC. Reason (2009 apud ARCÚRIO, 2014) divide os erros em três modalidades. A primeira é com rendimento baseado em habilidades, como percepção confusa, omissões e repetições. A segunda é com rendimento baseado em regras, como redundância e regras inadequadas. A última é com rendimento baseado em conhecimentos, como seletividade e excesso de confiança. Arcúrio (2014) relaciona erros e fatores humanos a cada item, como objetivos de medição, para ao final chegar aos 10 fatores e erros com maior predominância. Ainda no estudo é realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) para diminuir o conjunto de variáveis medidas pelo questionário, agrupando os itens em 7 Componentes Principais e deste modo, originando uma representação mais compacta dos dados e a eliminação de sobreposições.

## 2.4 LÓGICA DIFUSA (FUZZY LOGIC)

A Lógica Clássica, que classifica premissas como verdadeiras ou falsas, muitas vezes não é adequada para descrever situações subjetivas e vagas (CAVALCANTI *et al.*, 2012). No caso de verificar se um copo está cheio ou vazio, esta lógica não serve, pois o copo não pode estar meio cheio (meia verdade).

A Lógica Difusa foi criada por Lofti A. Zadeh no início dos anos 60, na Califórnia, com o objetivo de simular a subjetividade e incerteza que estão presentes no pensamento e julgamento humanos (ANDRADE, 2004). Deste modo, o problema do copo cheio ou vazio pode ser facilmente solucionado, variando em grau de verdade de “0” a “1”, sendo a premissa parcialmente verdadeira ou parcialmente falsa (CAVALCANTI *et al.*, 2012). A Lógica Difusa, portanto, permite converter informações vagas e incertas (qualitativas) da linguagem humana para valores quantitativos (SKORUPSKI *et al.*, 2018).

A Teoria Clássica de Conjuntos se utiliza da Lógica Booleana valorada de forma binária: algo tem valor verdadeiro ou falso, sendo que o valor “0” corresponde a falso e “1” a verdadeiro (PERHINSCHI; SMITH; BETONEY, 2010). No caso da Teoria de Conjuntos Difusos, o

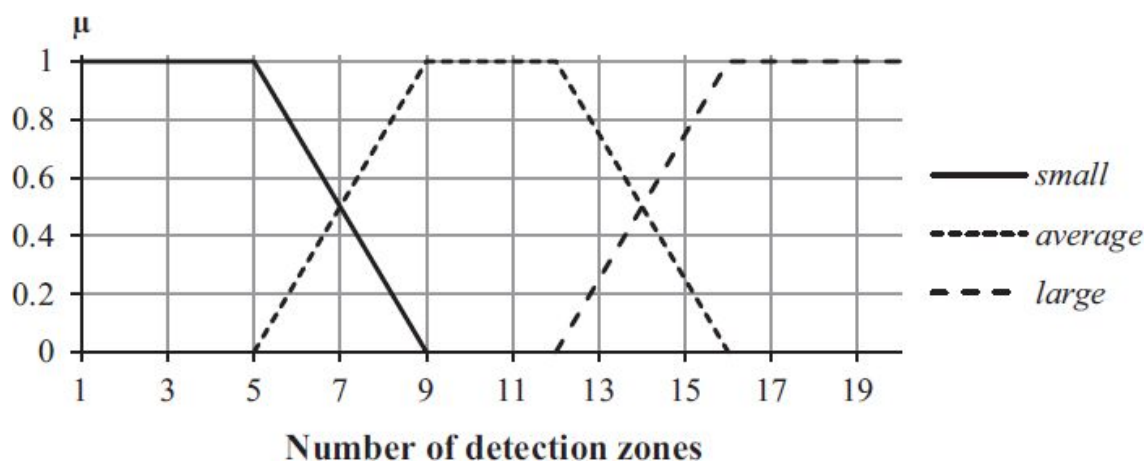


valor dado é em grau de pertinência dado por uma função, chamada função de pertinência (MAMBO *et al.*, 2015). Isto significa que algo pode ser, por exemplo, 90% totalmente verdadeiro, com a função de pertinência associando ao valor “0,9”. Deste modo, os Conjuntos Difusos são contínuos e não discretos como na Lógica Booleana (PERHINSCHI; SMITH; BETONEY, 2010). Este grau de pertinência varia de 0 a 1 e é dado a um elemento de um conjunto qualquer pertencente ao conjunto universo (domínio) por meio da função de pertinência (CAVALCANTI *et al.*, 2012).

Os conjuntos *fuzzy* também possuem álgebra e propriedades próprias, ao contrário da Teoria Clássica. Um exemplo é que a Lei do Terceiro Excluído, isto é, um conjunto A qualquer intersecção seu complemento corresponde ao conjunto vazio ( $A \cap A' = \emptyset$ ), não vale para a Teoria dos Conjuntos Difusos (SILER; BUCKLEY, 2005). A Lógica *Fuzzy* também trabalha com variáveis linguísticas incertas como “grande”, “médio” e “pequeno”, cada uma destas baseadas em funções de pertinência específicas (SKORUPSKI; UCHRONSKI, 2016).

Um exemplo dos autores citados anteriormente encontra-se na figura 1. É possível perceber que cada variável linguística (*small*, *average* e *large*) é associada a uma função de pertinência que confere um valor ao equipamento detector de metais, dependendo do seu número de zonas de detecção.

**Figura 1** – Funções de pertinência de 3 variáveis linguísticas



(Fonte: Skorupski e Uchronski, 2016)

Se o equipamento possuir, por exemplo, 5 zonas de detecção, ele será totalmente pequeno,

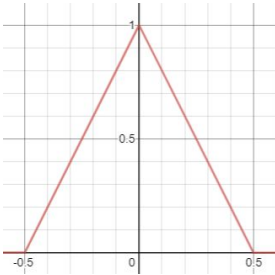
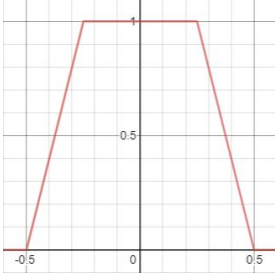
pois a função de pertinência da variável linguística *small* lhe confere o valor “1” de grau de pertinência (totalmente verdadeiro). Simultaneamente, outra função de pertinência, desta vez da variável linguística *average*, relaciona o detector com o valor “0”, sendo então totalmente falso que ele possui média quantidade de zonas de detecção.

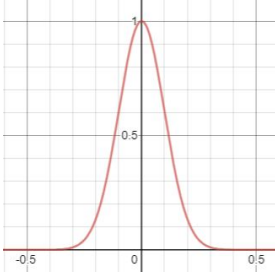
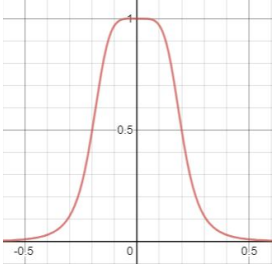
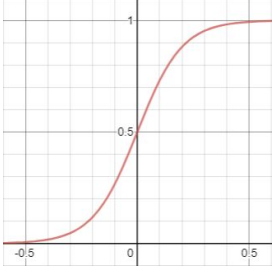
Em um outro caso, no qual há 7 zonas de detecção, as funções conferem o valor 0.5 a ambas as variáveis linguísticas *small* e *average*, sendo o número de zonas de detecção “meio” médio e “meio” pequeno.

Estas funções foram formuladas com base em análises subjetivas de especialistas na área de *security* (SKORUPSKI; UCHRONSKI, 2015).

Como demonstrado na tabela 1, as formas gráficas das funções de pertinência mais comuns são: triangular, trapezoidal, gaussiana, sino generalizado e sigmoidal (ZADEH, 1965 apud ANDRADE, 2004).

**Tabela 1** – Formas gráficas mais frequentes da função de pertinência

Tipo	Função de pertinência	Representação Gráfica
Triangular	$\mu(x; p_1, p_2, p_3) = \max\left(\min\left(\frac{x-p_1}{p_1-p_2}, \frac{p_3-x}{p_3-p_2}\right), 0\right)$	
Trapezoidal	$\mu(x; p_1, p_2, p_3, p_4) = \max\left(\min\left(\frac{x-p_1}{p_1-p_2}, 1, \frac{p_4-x}{p_4-p_3}\right), 0\right)$	

Tipo	Função de pertinência	Representação Gráfica
Gaussiana	$\mu(x; c, \sigma) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}}$	
Sino Generalizado	$\mu(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left  \frac{(x-c)}{a} \right ^{2b}}$	
Sigmoidal	$\mu(x; a, c) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}$	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Andrade, 2004

Existem ainda os chamados modificadores linguísticos que são termos que modificam o significado de um conjunto fuzzy, resultando em uma operação sobre este conjunto (SILER; BUCKLEY, 2005). As palavras “pouco”, “muito” e “mais ou menos” são exemplos de modificadores.

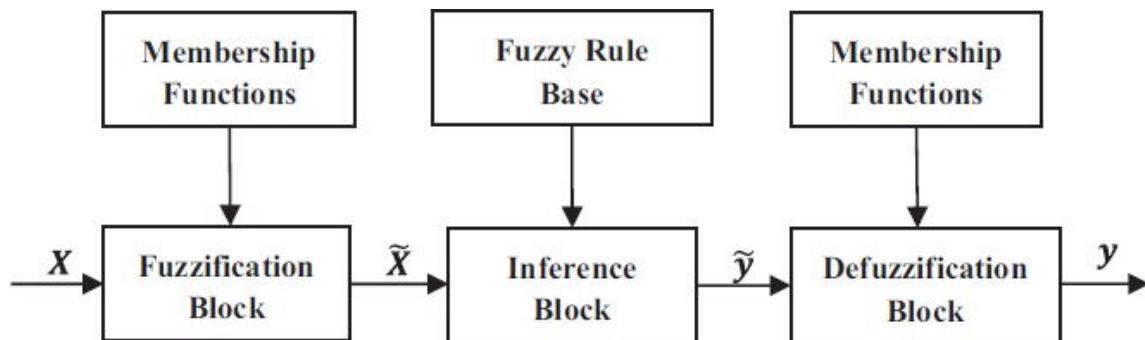
Se, por exemplo, tomarmos um dado conjunto *fuzzy*  $A = \{10, 20, 30, 40, 50\}$  que representa as pessoas jovens e que possui graus de pertinência iguais a  $B = \{1, 0.6, 0.1, 0, 0\}$ , é possível obter o conjunto “muito jovem” por meio de uma operação algébrica que diminua os graus de pertinência, ampliando o conceito de “jovem”.

Muitas vezes a operação escolhida para ampliar é elevar a função ao quadrado (CAVALCANTI *et al.*, 2012). Se tomarmos este exemplo, os graus de pertinência seriam

alterados para  $B^2 = \{1, 0.36, 0.01, 0, 0\}$ .

Para realizar análises com Lógica Difusa, é necessário completar uma série de procedimentos de raciocínio *fuzzy*. O raciocínio de Lógica Difusa é composto por 3 etapas básicas: fuzzificação, inferência e defuzzificação (KALETA; SKORUPSKI, 2019). A figura 2 explicita essas 3 etapas.

Figura 2 – Sistema de inferência *fuzzy*



Fonte: Skorupski e Uchronski, 2016

Skorupski e Uchronski (2016) relatam de forma precisa como ocorre este processo. A primeira etapa é a de fuzzificação na qual as funções de pertinência (*membership functions*) são criadas e relacionam uma variável linguística, como “médio” ou “grande”, a valores  $x$  quantitativos que são passíveis de medição. A definição das funções de pertinência pode ser feita com a ajuda de especialistas no assunto e por meio de uma análise do problema.

O resultado do valor “fuzzificado” corresponde ao valor de entrada  $\tilde{X}$  do bloco de inferência, que representa a segunda etapa. Nesta etapa, regras e proposições são criadas com base em algum conhecimento do assunto, o qual também pode ser proveniente de especialistas.

Um exemplo simples de regra de inferência é: SE “salário dos agentes de segurança” = “Baixo” ENTÃO “motivação dos agentes de segurança” = “Baixa”. Logo, depreende-se que o bloco de inferência contém regras que geram uma conclusão na forma de variável linguística, no caso, “Baixa”.

Esta variável linguística  $\tilde{y}$ , resultante do bloco de inferência, por sua vez, é entrada para o bloco de “desfuzzificação”. Finalmente, na terceira etapa as mesmas funções de pertinência

serão utilizadas para associar a variável *fuzzy*  $\tilde{y}$  (qualitativa) com o valor exato  $y$  (quantitativo).

O resultado de saída  $y$  pode ser utilizado para vários objetivos e aplicações. Ao longo da revisão sistemática foram encontrados vários estudos utilizando esse sistema de inferência para controle de processos e procedimentos para tomada de decisão. De acordo com Cavalcanti et al (2012) são vastas as aplicações da Lógica Difusa, como sistemas especialistas, computação com palavras, raciocínio aproximado, linguagem natural, entre outras.

O Sistema de Inferência *Fuzzy* de Mamdani é análogo ao citado anteriormente, porém este consiste em 4 etapas (VONGLAO, 2017). No caso de Mamdani, a segunda etapa, de inferência, é dividida em outras duas: avaliação de regras *fuzzy* e agregação. De acordo com Vonglao (2017) a avaliação de regras *fuzzy* consiste na concepção da regras de inferência por experts no assunto a ser tratado e a agregação é resultado da união das funções de pertinência resultantes das regras. Este sistema é o utilizado no método deste estudo.

### 3 MÉTODO

O método do presente trabalho foi baseado em Vonglao (2017), o qual tem por objetivo prover um melhoramento dos dados de questionários em Escala Likert de cinco níveis. Para isso, ele utiliza o Sistema de Inferência de Mamdani em 4 etapas. Este sistema foi replicado e adaptado para uma planilha *Google Sheets*. Os procedimentos realizados para a utilização desta planilha bem como o link dela encontram-se no Apêndice A deste trabalho. Julgou-se que o processo de Vonglao (2017) se aplica a este estudo por ele ter caráter geral, pois necessita o cálculo de variáveis associadas a itens, sendo a média, a validade e a discriminação medições de questões em geral, independentes do assunto tratado. De qualquer modo, fica explícito que o autor deseja criar uma ferramenta geral para melhora de dados em Escala Likert. Apesar de existirem outros sistemas de inferência, como a metodologia de Vonglao (2017) está sendo seguida, aplicou-se o sistema de inferência de Mamdani.

Vonglao (2017) criou um questionário com 15 itens para avaliar a atitude de estudantes em relação à Matemática. O autor utilizou a Escala Likert de concordância, constando de cinco

níveis. Após a criação do questionário e com a ajuda de experts no assunto, o autor calculou a validade dos itens por meio do índice *Item-objective Congruence (IOC)*. Para tal, os experts deram notas de -1, 0 ou 1 para os itens, sendo que -1 significaria que o expert possui convicção que o item não mede seu objetivo (atitude à matemática), 0 significaria que o expert não saberia dizer se mede ou não e a nota 1 transpareceria que o expert achava que o item efetivamente media seu objetivo. Com isso bastava aplicar a fórmula do IOC e a validade estaria calculada.

$$I'ik = \frac{(N)\mu_k - (N-p)\mu_l}{2N - p} \quad (1)$$

Além da validade, Vonglao (2017) também calculou a discriminação dos itens. Desta vez, o cálculo utilizado foi do *Item Discrimination Index (IDI)*. Para isto, Vonglao (2017) entrevistou 50 estudantes universitários preliminarmente para obter os grupos inferiores e superiores que são utilizados para o cálculo do IDI. Nestes grupos são calculados os percentuais de respondentes com maior nível de concordância e eles representam cerca de 25% da amostra total. O IDI consiste na diferença desses percentuais. Com os dados de validade e discriminação, o autor selecionou 12 dos 15 itens, pois 3 deles não obtiveram a nota mínima de 0,6 para validade ou 0,2 para discriminação. Após a seleção de questões, o autor efetivamente aplicou o questionário o qual foi respondido por 302 estudantes diferentes dos 50 preliminarmente entrevistados. Com os dados então foi possível aplicar o sistema de inferência de Mamdani.

A primeira etapa do sistema é a Fuzzificação dos dados. 3 variáveis de entrada do sistema de inferência são necessárias ao processo: a opinião dos respondentes, a discriminação e a validade. A opinião dos respondentes é a média aritmética das notas das respostas dadas pelos estudantes. A nota vai de 1 a 5, 1 sendo o menor nível de discordância (discordo totalmente) e 5 o maior nível de concordância (concordo totalmente). A discriminação foi calculada, como mencionado anteriormente, pelo IDI. E, por último, a validade, também como supracitado, foi calculada pelo IOC. Após a aferição destes valores, os experts criaram as funções de pertinência das variáveis linguísticas de modo a respeitar os limites máximos e mínimos para validade e discriminação baixas e altas. No primeiro caso, uma validade considerada baixa foi de abaixo de 0,600 e alta acima de 0,875. No caso da discriminação, esta para ser considerada

baixa foi com o valor abaixo de 0,200 e alta acima de 0,750. A forma das funções de pertinência foram escolhidas conjuntamente com os experts e de forma subjetiva. Ainda nesta primeira etapa os experts criaram 29 regras com o conhecimento que possuíam. As regras eram compostas das 3 variáveis antecedentes: opinião dos respondentes, discriminação e validade, de 2 operadores lógicos “E” e do consequente chamado “resposta adequada”. Este consequente seria o valor fuzzificado da regra.

A segunda etapa foi a avaliação das regras criadas. Para os cálculos das pertinências dos antecedentes de cada regra, Vonglao (2017) utilizou o software MATLAB e assim aplicou a função de mínimo para cada regra, já que o operador lógico “E” representa o menor dos valores obtidos na Lógica Difusa, sem considerar valores nulos.

A terceira etapa foi a agregação das regras na qual, ao contrário da etapa anterior, utiliza-se a função de máximo por a agregação constitui a união dos conjuntos *fuzzy*. O mesmo software foi utilizado para o cálculo. O resultado dessa união para cada variável linguística provocou o truncamento das funções de pertinência na altura do resultado obtido.

Por último, obteve-se o COG (centro de gravidade) das áreas truncadas na etapa anterior na etapa de desfuzzificação. Este representa o resultado final para cada variável linguística para cada item. Deste modo, ao invés de notas de 1 a 5 para intervalos iguais, obteve-se outras notas, que foram obtidas por este sistema de inferência com base no conhecimento de experts. Ao final Vonglao (2017). Ao final do estudo, o autor compara as notas da Escala Likert tradicional com a melhorada por Lógica Difusa, além de comparar a média aritmética dos dados e o desvio padrão. Com isso, Vonglao (2017) concluiu que os dados foram mais eficientes quando processados pelo sistema de inferência difuso.

O presente estudo objetivou seguir a metodologia de Vonglao (2017) de forma mais próxima possível. As etapas preliminares de criação de questionário, validação e seleção das questões e coleta de dados foram realizadas por Arcúrio (2014). Com os dados da autora citada, realizou-se inicialmente uma seleção das questões. No trabalho da autora, das 60 questões do questionário de Arcúrio (2014) foram utilizadas 46 para a Análise dos Componentes Principais. Neste trabalho utilizou-se as mesmas questões, com exceção da questão 9 por considerar seu enunciado parecido com o da questão 8, restando 45 questões. Dos 602

respondentes, 575 foram selecionados por terem respondido 30 itens ou mais, pois levou-se em consideração que dois terços das questões utilizadas deveriam ser respondidas para serem significativas para o estudo.

Depois da seleção inicial, aplicou-se o método de Vonglao (2017). Na etapa 1, de fuzziificação, as mesmas funções de pertinência foram utilizadas. A discriminação, opinião dos respondentes e validade dos itens foram calculadas da mesma maneira. Na discriminação obteve-se o IDI, na opinião dos respondentes a média das notas das questões (variando de 1 a 5) e quanto à validade obteve-se o IOC. É importante ressaltar que nesta última, foram consultados 12 experts em aviação civil por meio do questionário *Google Forms*. Inicialmente o autor associou cada um dos 45 itens a um ou mais dos componentes principais listados por Arcúrio (2014). Foram 7 componentes, detalhados na aplicação do método. Cada expert deu notas de -1, 0 e 1 para cada componente principal para cada item, da mesma forma que Vonglao (2017). Com esses dados foi então possível calcular a validade dos itens.

No artigo de Vonglao (2017) não é explicitado como se concebeu as regras *fuzzy* nem quais dos experts participaram. Além disso, o autor citado lista apenas 4 das 29 regras criadas, não revelando a grande maioria. No presente estudo, com o auxílio de um matemático o autor criou 33 regras, baseando-se no conhecimento de validade e discriminação de questões. O modelo de regra com 3 antecedentes e 1 consequente foi feito aos moldes de Vonglao (2017).

Ao invés do software MATLAB, utilizou-se planilha *Google Sheets* com programação para a etapa de avaliação de regras *fuzzy*. Esta etapa foi reproduzida de forma idêntica a Vonglao (2017), calculando os mínimos dos conjuntos *fuzzy* produzidos pelas regras. Do mesmo modo ocorreu a etapa de agregação, na qual ao invés do mínimo, ocorre o truncamento do valor de máximo de conclusão de cada regra. Por último, foi calculado o COG, como descrito pelo autor supracitado em seu método, obtendo-se um resultado final e uma Escala Likert modificada para cada item.

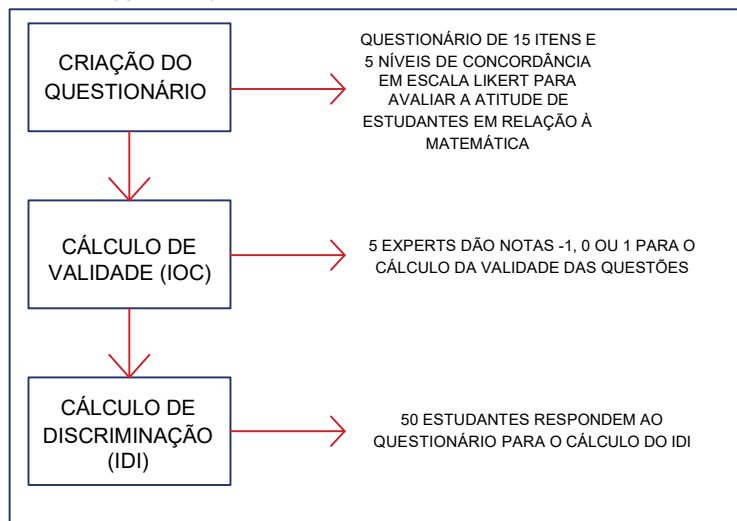
O quadro 1 permite a comparação entre o método utilizado no presente estudo e o de Vonglao (2017). Verificou-se algumas pequenas diferenças, sendo que procurou-se aplicar de forma mais próxima possível da ferramenta criada por Vonglao (2017) para o tratamento de dados em Escala Likert.



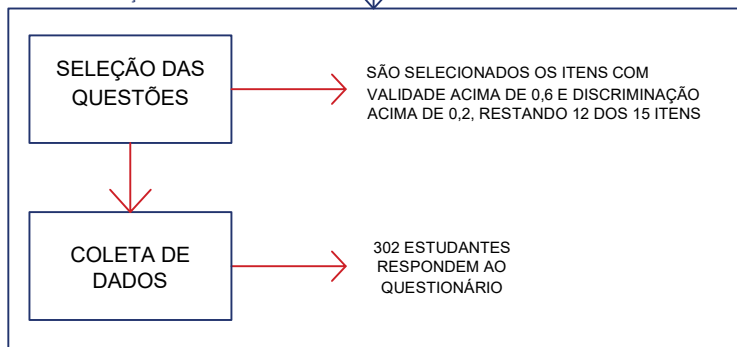
# Quadro 1 - Quadro comparativo entre métodos

## VONGLAO (2017)

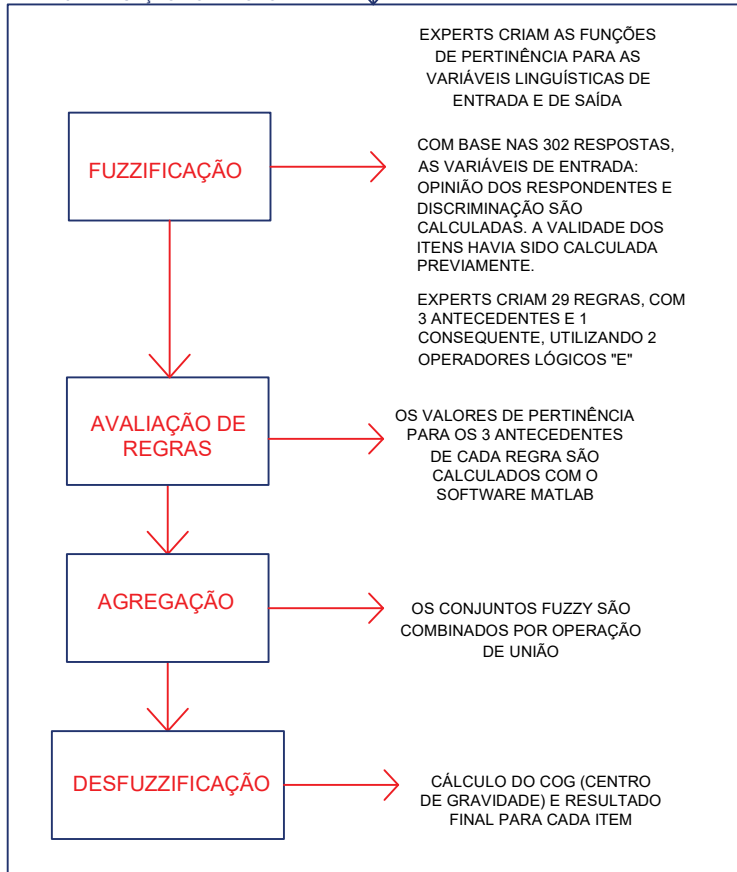
### ETAPA 1 - PROCEDIMENTOS PRELIMINARES



### ETAPA 2 - SELEÇÃO DOS ITENS

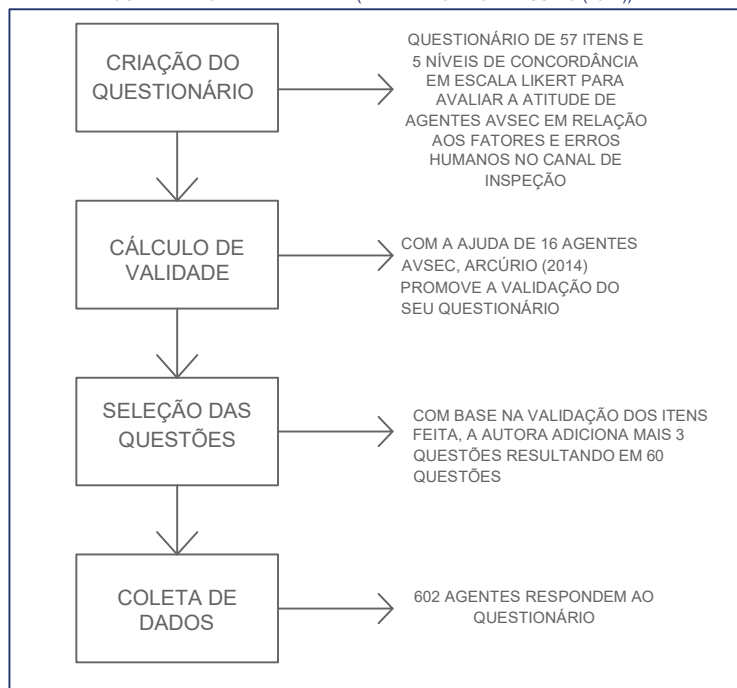


### ETAPA 3 - APLICAÇÃO DO MÉTODO

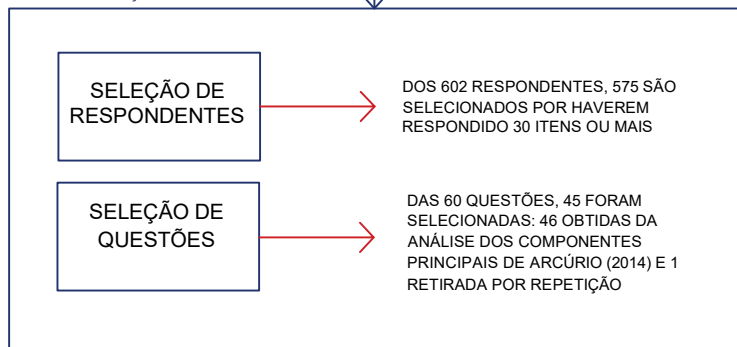


## PRESENTE ESTUDO

### ETAPA 1 - PROCEDIMENTOS PRELIMINARES (REALIZADOS POR ARCÚRIO (2014))



### ETAPA 2 - SELEÇÃO DOS ITENS



### ETAPA 3 - APLICAÇÃO DO MÉTODO



## 4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

O método foi aplicado aos dados da dissertação de mestrado de Arcúrio (2014) obtidos por questionário em Escala Likert.

### 4.1 SELEÇÃO

Para obter os dados de estudo, a autora supracitada realizou seu trabalho no qual 602 profissionais AVSEC responderam ao questionário de 60 questões para verificar a percepção dos agentes de segurança em relação a frequência dos fatores e erros humanos. a Escala Likert de 5 pontos foi utilizada, sendo aplicada de 3 maneiras: escala de frequência (nunca, às vezes, frequentemente, na maioria das vezes e sempre), escala de intensidade (nenhum, baixo, mediano, elevado e total) e escala de concordância (discordo totalmente, discordo, não concordo nem discordo, concordo e concordo totalmente). Além disso, o banco de dados das respostas foi concedido para a concepção deste trabalho, constando o número da resposta do agente, o aeroporto de onde o dado foi retirado e o número da questão.

Para a aplicação da Lógica Difusa, separou-se as questões pelos Componentes Principais, como realizado por Arcúrio (2014). Em sua dissertação, Arcúrio (2014) aplica a Análise dos Componentes Principais (ACP), haja vista a grande quantidade de fatores e erros humanos a serem medidos no estudo. Deste modo, a autora do estudo diminuiu o conjunto de variáveis medidas pelo questionário, agrupando os itens em 7 Componentes Principais: Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC. Assim, originou-se uma representação mais compacta dos dados e a eliminação de sobreposições. Neste processo, 14 questões foram excluídas da ACP por resultar em acréscimo do Alfa de Cronbach (3, 5, 6, 11, 14, 16, 20, 36, 39, 40, 50, 57, 58 e 59), restando 46 das 60 questões. Finalmente, para o presente estudo foi retirada a questão 9 pela semelhança com a questão 8 e assim evitar repetitividade e confusão dos respondentes, sobrando 45 questões as quais foram utilizadas neste trabalho.

Importante ressaltar também que os itens 2, 4, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 34, 35, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 55, 56 e 60 possuem escala invertida, ou seja, a escala de frequência/intensidade/concordância destes itens possui menor valor de medição na ordem mais alta de resposta. Para efeitos de exemplificação, o item 55 mede o fator humano “entorno operacional” e corresponde à seguinte sentença: O ruído no canal de inspeção afeta meu desempenho. Quanto maior o nível de concordância do respondente em relação a esta afirmação, mais negativo é o fator humano “entorno operacional” nos canais de inspeção, portanto a escala possui medição invertida. Para a análise em Lógica Difusa das questões supracitadas, apenas inverteu-se as respostas dos entrevistados, por exemplo, ao que o respondente concordasse totalmente com o item em escala invertida, foi computado grau 1 de concordância ao invés de 5.

Quanto à deleção de respostas dos entrevistados foram aplicados os métodos *pairwise* e *listwise* do seguinte modo: 4 respondentes foram excluídos por ter pouca experiência no canal de inspeção (menos de 1 mês de experiência), mais 4 respondentes não foram levados em conta por não terem respondido nenhuma das questões e 19 respondentes foram excluídos por terem respondido menos de 30 itens (2/3 do número de questões). Deste modo, dos 602 entrevistados foram subtraídos 27, restando 575 respondentes. É importante salientar que para os cálculos realizados adiante não foram utilizados itens sem resposta de um determinado respondente, no entanto aproveitou-se os demais itens respondidos.

A tabela 4 evidencia o tamanho das amostras de respostas utilizadas para cada item. Após realizar todo o tratamento de dados acima descrito, criou-se um banco de dados em planilha do *Google Sheets* relacionando os 575 respondentes, as 45 questões e suas respectivas respostas. Com estes dados, então, foi possível o uso da técnica e a análise de resultados que se encontra adiante.

**Tabela 2** – Tamanho da amostra utilizada para cada item

<b>Questão</b>	<b>N</b>	<b>Questão</b>	<b>N</b>
Q01	565	Q32	574
Q02	564	Q33	572
Q04	566	Q34	570
Q07	564	Q35	571
Q08	569	Q37	572

Questão	N	Questão	N
Q10	563	Q38	575
Q12	563	Q41	574
Q13	567	Q42	571
Q15	565	Q43	571
Q17	562	Q44	567
Q18	566	Q45	564
Q19	574	Q46	567
Q21	570	Q47	568
Q22	569	Q48	566
Q23	574	Q49	565
Q24	572	Q51	563
Q25	568	Q52	564
Q26	570	Q53	565
Q27	574	Q54	568
Q28	573	Q55	563
Q29	574	Q56	561
Q30	574	Q60	569
Q31	575		

Fonte: Elaborado pelo autor

## 4.2 TÉCNICA

Como técnica utilizou-se o sistema de inferência de Mamdani composto por 45 regras *fuzzy* que por sua vez continham 3 antecedentes (opinião dos respondentes, validade, discriminação), operadores lógicos “E” e o consequente como a variável resposta adequada. A opinião dos respondentes e resposta adequada possuíam 5 variáveis linguísticas e a validade e discriminação apenas 3, sendo que para as funções de pertinência foram utilizadas funções trapezoidais, triangulares e em forma de sino, como será detalhado melhor adiante. A técnica será dividida em 4 etapas: *fuzzificação*, avaliação das regras *fuzzy*, agregação e *desfuzzificação*.

### 4.2.1 Cálculo dos antecedentes

Antes de adentrar as etapas de inferência *fuzzy* deve-se ter calculadas as variáveis

anteriores das regras *fuzzy*, que consistem na opinião dos respondentes, validade e discriminação, como dito anteriormente.

#### 4.2.1.1 Opinião dos respondentes

Para calcular a opinião dos respondentes de cada item bastou-se fazer a média das respostas de cada item, com atenção para não contar respostas nulas e inverter as notas das respostas de itens invertidos. A tabela 3 ilustra as notas dadas para cada resposta de cada item para o cálculo da opinião dos respondentes.

**Tabela 3** - Relação de níveis de escala e respectivas notas

NOTA					
Escala	1	2	3	4	5
Frequência	NUNCA	ÀS VEZES	FREQUENTEMENTE	NA MAIORIA DAS VEZES	SEMPRE
Intensidade	NENHUM	BAIXO	MEDIANO	ELEVADO	TOTAL
Concordância	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO	NÃO CONCORDO NEM DISCORDO	CONCORDO	CONCORDO TOTALMENTE

Fonte: Elaborado pelo autor

Pela tabela é possível visualizar que, por exemplo, se um entrevistado responde “Concordo” em um item com escala de concordância, será computado nota 4 para a resposta dele. De modo análogo, se um item com escala invertida recebe a resposta “Elevado” em uma escala de frequência, será computado nota 2 para esta resposta. Com todas as notas de cada resposta foram calculadas as médias dos itens para se chegar aos dados da tabela 4.

**Tabela 4** - Opinião dos respondentes

Questões	Opinião dos respondentes (média)
Q01	3,65
Q02	3,37
Q04	3,88
Q07	3,88
Q08	3,27
Q10	4,76
Q12	3,74

---

<b>Questões</b>	<b>Opinião dos respondentes (média)</b>
Q13	4,70
Q15	4,55
Q17	4,33
Q18	3,99
Q19	4,23
Q21	4,58
Q22	4,38
Q23	4,40
Q24	4,50
Q25	3,69
Q26	4,32
Q27	3,97
Q28	3,87
Q29	4,37
Q30	4,39
Q31	4,49
Q32	4,73
Q33	2,81
Q34	3,50
Q35	3,94
Q37	3,49
Q38	2,21
Q41	3,02
Q42	3,91
Q43	4,18
Q44	3,22
Q45	3,41
Q46	3,38
Q47	3,31
Q48	3,31
Q49	3,20
Q51	3,06
Q52	3,86
Q53	3,06
Q54	3,00
Q55	3,19

---

<b>Questões</b>	<b>Opinião dos respondentes (média)</b>
Q56	2,59
Q60	3,39

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.2.1.2 Validade

Para medir a validade dos itens utilizou-se o IOC (*Item-objective Congruence*) para itens multidimensionais, baseando-se no artigo de Turner e Carlson (2003). Partindo da hipótese que as questões de Arcúrio (2014) são multidimensionais, isto é, medem múltiplos objetivos ou construtos, assinalou-se cada um dos 45 itens aos Componentes Principais que o autor julgou que os itens medem. Isto foi feito para simular como se o questionário tivesse sido criado pelo autor para medir alguns dos ou todos os 7 Componentes Principais estipulados por Arcúrio (2014). Na dissertação de mestrado da autora citada anteriormente cada questão foi associada a apenas 1 Componente Principal, porém julgou-se que as questões poderiam também medir em algum nível os outros Componentes Principais. Essa associação resultou na tabela que está apresentada no Apêndice B. Após estipular os objetivos de cada questão, elaborou-se três questionários de 15 itens (45 questões no total) para aferir a opinião dos experts no assunto. Deste modo, 12 experts em aviação civil e AVSEC responderam os questionários para verificar a validade das questões, ou seja, se elas conseguem atingir de fato o objetivo de medir os Componentes Principais que lhes foram estipulados. Para fazer esta aferição, pediu-se aos experts que avaliassem cada um dos itens em relação a cada um dos Componentes Principais, explicitando o que estes significavam antes de começar o questionário. A avaliação consistia em 3 opções de nota: 1, 0 e -1. O expert deveria dar nota 1 se possuísse bom grau de certeza que aquele item estaria medindo aquele Componente Principal, nota 0 caso não tivesse certeza se media ou não e nota -1 caso tivesse certeza que o Componente Principal não estaria sendo medido. A figura 3 é um exemplo de uma das 45 questões para as quais os experts expuseram a opinião deles em relação à validade das questões.

**Figura 3 - Questionário de Validade**

Com que frequência é possível aplicar todos os conhecimentos dos cursos AVSEC, sem exceção, no canal de inspeção? \*

	1	0	-1
Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fatores Organizacionais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Concentração e Níveis de Atenção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Precisão Procedimental e Importância do Trabalho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme pode-se averiguar, cada Componente Principal (à esquerda) era associado a uma das 3 notas do expert para cada item. Com isso, foi possível aplicar a fórmula do IOC:

$$I'ik = \frac{(N)\mu_k - (N-p)\mu_l}{2N - p} \quad (1)$$

Na fórmula (1), o índice *item-objective congruence* para um item *i* em um conjunto de objetivos (Componentes principais) *k* é denominado *I'ik*. *N* é o número de objetivos, no caso 7. A variável *p* corresponde ao número de objetivos válidos, ou seja, os objetivos estipulados



para o item.  $\mu_k$  é a média das notas dadas pelos experts no item  $i$  para os objetivos válidos  $k$ . Por último,  $\mu_l$  é a média das notas dadas pelos experts no item  $i$  para os objetivos inválidos  $l$ . As respostas dos 12 experts então foram enviadas de modo automático para a planilha do *Google Sheets* e assim o IOC foi tabelado e calculado. Na tabela 5 foram calculados todos os parâmetros e o próprio IOC. É possível constatar que a nota de validade das questões não foi elevada, já que geralmente considera-se elevado um IOC acima de 0,75 (TURNER E CARLSON, 2003). A média das notas de validade foi de 0,51, sendo 3 notas 0 (sem validade alguma) e 37 das 45 acima de 0,3.

**Tabela 5 - Validade das questões (IOC)**

<b>Questão</b>	<b>N</b>	<b>p</b>	<b><math>\mu_k</math></b>	<b><math>\mu_l</math></b>	<b>IOC</b>
Q01	7	6	0,89	0,33	<b>0,74</b>
Q02	7	6	0,61	0,00	<b>0,53</b>
Q04	7	6	0,61	0,33	<b>0,49</b>
Q07	7	6	0,83	0,33	<b>0,69</b>
Q08	7	5	0,80	0,83	<b>0,44</b>
Q10	7	6	0,78	1,00	<b>0,56</b>
Q12	7	5	0,80	0,83	<b>0,44</b>
Q13	7	6	0,94	1,00	<b>0,70</b>
Q15	7	5	0,93	0,50	<b>0,61</b>
Q17	7	6	0,56	1,00	<b>0,36</b>
Q18	7	5	0,73	0,50	<b>0,46</b>
Q19	7	6	0,94	0,67	<b>0,74</b>
Q21	7	6	0,83	1,00	<b>0,60</b>
Q22	7	6	0,94	0,00	<b>0,83</b>
Q23	7	6	1,00	0,67	<b>0,79</b>
Q24	7	6	0,67	0,00	<b>0,58</b>
Q25	7	6	0,75	0,00	<b>0,66</b>
Q26	7	6	0,71	-0,50	<b>0,68</b>
Q27	7	6	0,71	0,25	<b>0,59</b>
Q28	7	6	0,67	0,25	<b>0,55</b>
Q29	7	6	0,63	-0,50	<b>0,61</b>
Q30	7	4	0,75	-0,08	<b>0,55</b>
Q31	7	2	0,88	0,70	<b>0,22</b>
Q32	7	2	0,50	0,70	<b>0,00</b>
Q33	7	3	0,75	0,75	<b>0,20</b>
Q34	7	3	0,42	0,56	<b>0,06</b>

<b>Questão</b>	<b>N</b>	<b>p</b>	<b><math>\mu_k</math></b>	<b><math>\mu_l</math></b>	<b>IOC</b>
Q35	7	3	0,17	0,31	<b>0,00</b>
Q37	7	3	0,58	0,50	<b>0,19</b>
Q38	7	3	-0,08	-0,06	<b>0,00</b>
Q41	7	7	0,75	0,00	<b>0,75</b>
Q42	7	4	0,80	0,53	<b>0,40</b>
Q43	7	6	0,73	0,40	<b>0,59</b>
Q44	7	7	0,80	0,00	<b>0,80</b>
Q45	7	7	0,66	0,00	<b>0,66</b>
Q46	7	7	0,66	0,00	<b>0,66</b>
Q47	7	6	0,57	-0,60	<b>0,57</b>
Q48	7	7	0,57	0,00	<b>0,57</b>
Q49	7	7	0,43	0,00	<b>0,43</b>
Q51	7	7	0,71	0,00	<b>0,71</b>
Q52	7	7	0,63	0,00	<b>0,63</b>
Q53	7	7	0,49	0,00	<b>0,49</b>
Q54	7	3	0,40	0,56	<b>0,05</b>
Q55	7	6	0,70	0,00	<b>0,61</b>
Q56	7	6	0,67	0,20	<b>0,56</b>
Q60	7	7	0,46	0,00	<b>0,46</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Houve certa divergência entre opiniões de experts e os objetivos dos itens (Componentes Principais) possuíam sentido abrangente, pois consistiu no agrupamento de itens que foram criados para medir erros e fatores humanos específicos, fatos que podem ter colaborado para a diminuição da validade. Todas questões foram consideradas para o método de inferência *fuzzy*, mesmo estas com validade baixa, pois deseja-se identificá-las para melhorar o tratamento de dados por meio da lógica difusa.

#### 4.2.1.3 Discriminação

Para calcular a discriminação dos itens foi utilizado o item discrimination index (IDI). Para o cálculo desse índice é preciso definir um grupo inferior e um grupo superior de respondentes classificados pela média de suas respostas. De modo análogo à opinião dos respondentes, cada resposta recebe uma nota de 1 a 5, porém a média desta vez é em relação a todos os itens respondidos pelos entrevistados, excluindo as questões não respondidas. Com a média das

respostas, ordena-se os respondentes por nota e cria-se os grupos superiores e inferiores de respondentes que geralmente correspondem a 25% das maiores notas para o grupo superior e 25% das menores notas para o grupo inferior (MILLER, MULLINS, ONUKWUGHA, GOLANT E BUZAGLO, 2014). Com a amostra correspondendo a 575 respondentes, um corte em torno de 24,5% foi feito separando-os em 140 entrevistados do grupo inferior e 143 do grupo superior. Em seguida, para cada questão, foi obtida a percentagem de respostas com nota 4 ou maior (nível alto de frequência/intensidade/concordância) em cada um dos 2 grupos (superior e inferior). O IDI então foi calculado subtraindo a porcentagem do grupo inferior da porcentagem do grupo superior. O valor máximo de IDI é 1,0, sendo que acima de 0,50 é considerado alto e abaixo de 0,30 considerado um baixo índice (MILLER, MULLINS, ONUKWUGHA, GOLANT E BUZAGLO, 2014). A média de IDI foi de 0,38, com 7 itens acima de 0,50 e 34 itens acima de 0,30. A nota de corte do grupo inferior foi de 3,477 e a do grupo superior 4,067. Deste modo é possível obter uma noção do quanto cada item discrimina respondentes com *feedback* positivo dos com *feedback* negativo em relação aos Componentes Principais incidentes nos canais de inspeção e criar a tabela 6.

**Tabela 6 - Discriminação das questões (IDI)**

<b>Questões</b>	<b>Grupo Inferior</b>	<b>Grupo Superior</b>	<b>IDI</b>
Q01	0,42	0,74	<b>0,32</b>
Q02	0,28	0,88	<b>0,60</b>
Q04	0,58	0,92	<b>0,34</b>
Q07	0,45	0,88	<b>0,43</b>
Q08	0,29	0,84	<b>0,55</b>
Q10	0,86	0,99	<b>0,13</b>
Q12	0,41	0,83	<b>0,42</b>
Q13	0,78	1,00	<b>0,22</b>
Q15	0,72	0,97	<b>0,25</b>
Q17	0,58	0,96	<b>0,38</b>
Q18	0,47	0,92	<b>0,45</b>
Q19	0,58	0,98	<b>0,40</b>
Q21	0,74	1,00	<b>0,26</b>
Q22	0,71	0,98	<b>0,27</b>
Q23	0,69	1,00	<b>0,31</b>
Q24	0,70	0,98	<b>0,28</b>
Q25	0,32	0,79	<b>0,47</b>
Q26	0,64	0,96	<b>0,32</b>

<b>Questões</b>	<b>Grupo Inferior</b>	<b>Grupo Superior</b>	<b>IDI</b>
Q27	0,46	0,92	<b>0,45</b>
Q28	0,40	0,88	<b>0,48</b>
Q29	0,64	0,99	<b>0,35</b>
Q30	0,69	0,97	<b>0,27</b>
Q31	0,85	1,00	<b>0,15</b>
Q32	0,87	0,99	<b>0,12</b>
Q33	0,19	0,64	<b>0,45</b>
Q34	0,37	0,70	<b>0,32</b>
Q35	0,45	0,90	<b>0,45</b>
Q37	0,28	0,71	<b>0,43</b>
Q38	0,12	0,28	<b>0,16</b>
Q41	0,15	0,60	<b>0,45</b>
Q42	0,53	0,91	<b>0,38</b>
Q43	0,60	0,98	<b>0,37</b>
Q44	0,24	0,72	<b>0,48</b>
Q45	0,25	0,84	<b>0,59</b>
Q46	0,28	0,86	<b>0,57</b>
Q47	0,27	0,73	<b>0,47</b>
Q48	0,19	0,80	<b>0,61</b>
Q49	0,22	0,84	<b>0,62</b>
Q51	0,32	0,62	<b>0,29</b>
Q52	0,55	0,86	<b>0,30</b>
Q53	0,27	0,67	<b>0,39</b>
Q54	0,24	0,62	<b>0,38</b>
Q55	0,23	0,73	<b>0,50</b>
Q56	0,14	0,50	<b>0,36</b>
Q60	0,26	0,76	<b>0,50</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

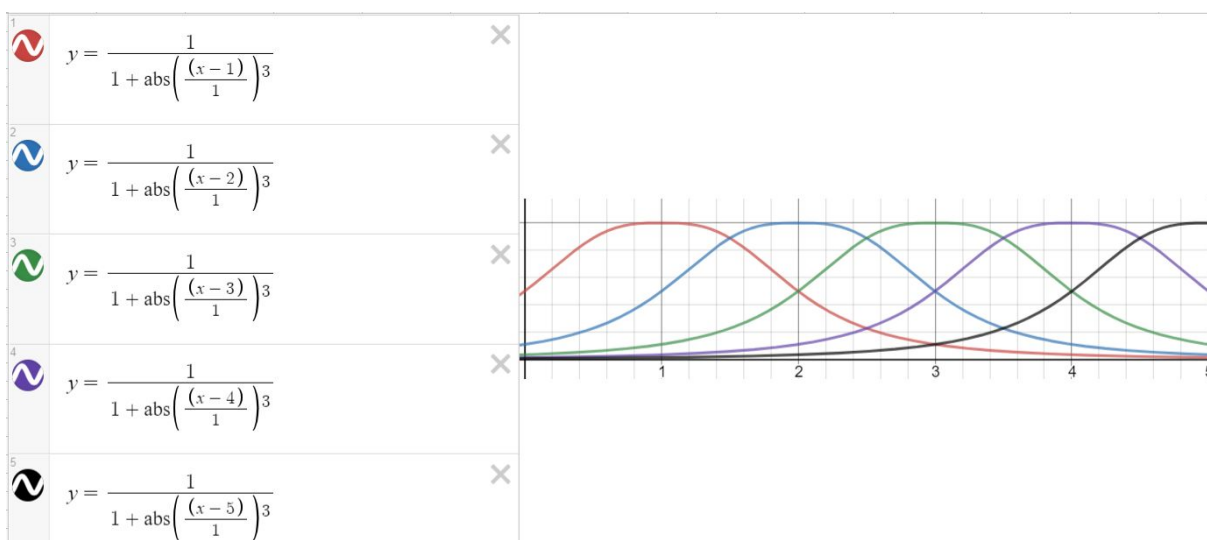
## 4.2.2 Fuzzificação

Com as variáveis antecedentes calculadas é possível adentrar a primeira etapa do método de Mamdani, a fuzzificação. Nesta fase, os valores numéricos calculados de opinião dos respondentes, validade e discriminação para cada uma das questões servem de entrada para funções de pertinência que terão um valor de saída para avaliar o nível de pertinência da variável *crisp* em relação à variável linguística *fuzzy*. Todas as funções foram baseadas no artigo de Paothai Vonglao (2017) e criadas a partir da calculadora gráfica online Desmos.

### 4.2.2.1 Opinião dos respondentes

A escolha de Vonglao (2017) para a forma das funções de pertinência da opinião dos respondentes foi em formato de sino. Sendo uma função amplamente conhecida, foi possível descrever com exatidão as funções exibidas pelo autor supracitado em seu trabalho. A variável opinião dos respondentes possui 5 variáveis linguísticas correspondentes em nível de concordância: discordo totalmente (SD), discordo (D), não concordo nem discordo (NN), concordo (A) e concordo totalmente (SA). Deste modo, 5 funções de pertinência são necessárias para a fuzzificação. À esquerda da figura 4 encontram-se as funções de pertinência e à direita as suas representações gráficas. Cada uma delas refere-se a uma variável linguística, correspondendo da esquerda para a direita a SD (em vermelho), D, NN, A e SA (em azul claro). Observa-se também que a pertinência da variável é máxima justamente na nota de opinião dos respondentes para a variável linguística, por exemplo, na função que descreve a variável discordo (D, em laranja) a pertinência é maior quando a variável é igual a 2. Deste modo, as opiniões dos respondentes de cada item podem ser “*fuzzyficadas*”, transformando um valor numérico exato em um conjunto fuzzy de variáveis linguísticas (SD, D, NN, A e SA) e pertinências. Para efeitos exemplificativos, um item x cuja opinião dos respondentes for 3,0 corresponderá a  $x = [SD, 0,11; D, 0,5; NN, 3; A, 0,5; SA, 0,11]$ .

**Figura 4 - Funções de pertinência de Opinião dos Respondentes**

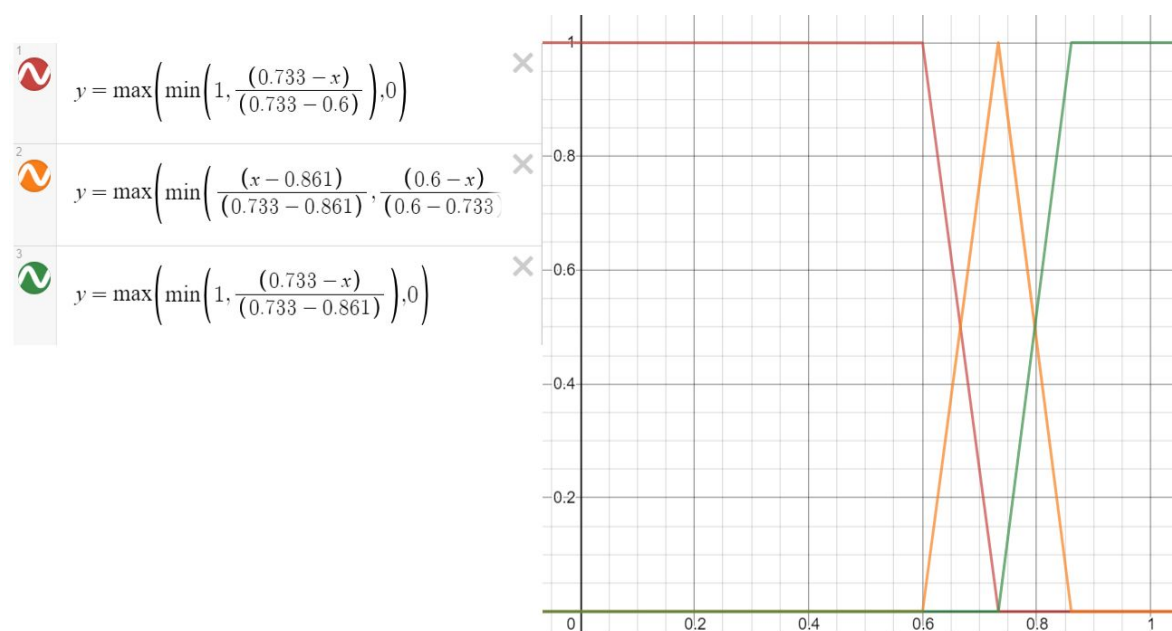


Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

#### 4.2.2.2 Validade e Discriminação

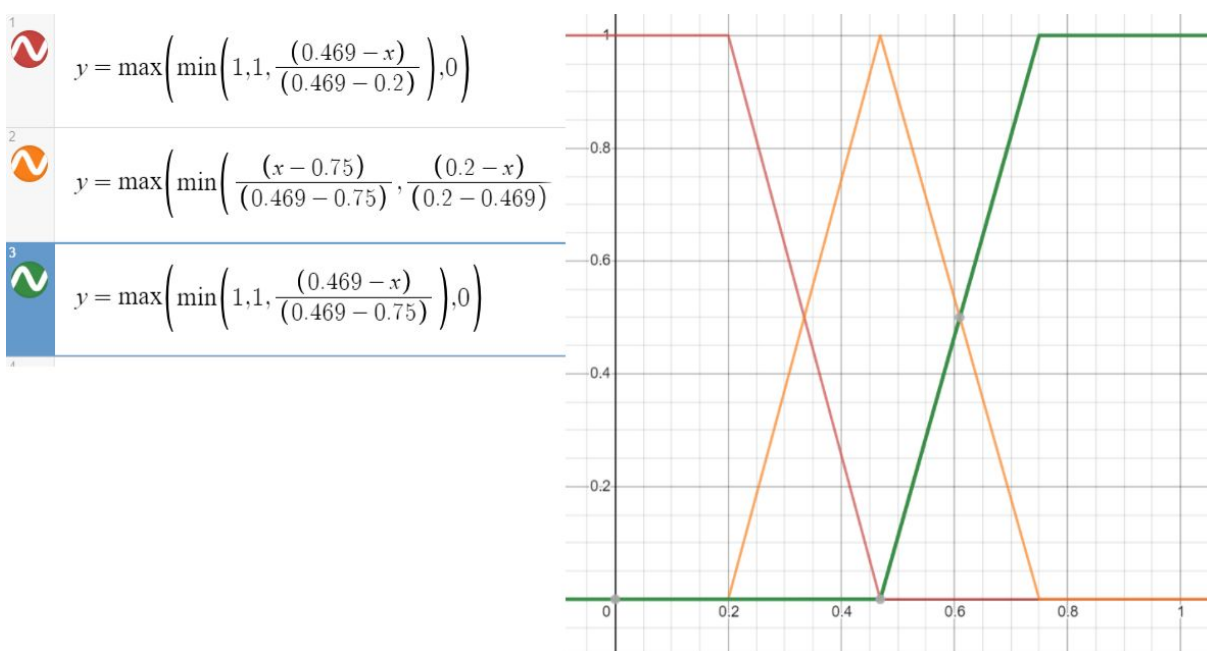
Para a validade e discriminação dos itens são utilizadas duas funções trapezoidais nos extremos e uma triangular média, sendo que a estrutura é a mesma, mudando apenas as constantes da equação. São 3 funções e consequentemente 3 variáveis linguísticas, iguais para validade e discriminação: baixa (L), média (M) e alta (G), como revelam as figuras 5 e 6.

**Figura 5 - Funções de pertinência de Validade**



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

**Figura 6 - Funções de pertinência de Discriminação**



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

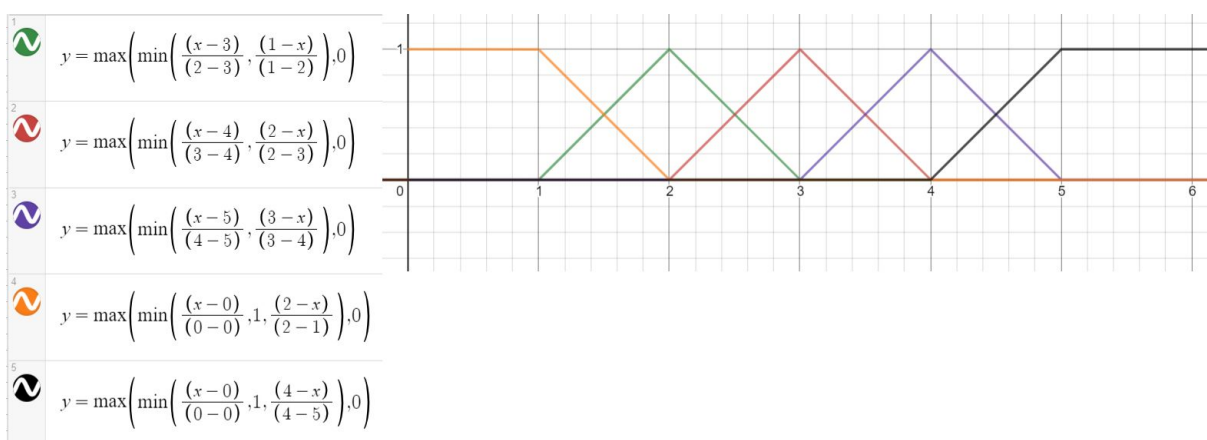
Percebe-se nas figuras que são funções bastante flexíveis, bastando mudar as constantes para alterar os limites superior, médio e inferior da variável. No caso da validade observa-se que estes limites são 0,600, 0,733 e 0,861, respectivamente, e na discriminação são 0,200, 0,469 e 0,750, respectivamente. Isto permite ao usuário do sistema de inferência estipular seus limites como bem entender, porém, no presente estudo, utilizou-se os limites de Vonglao (2017).

#### 4.2.2.3 Resposta Adequada

A resposta adequada consiste no consequente da regra fuzzy, e possui sentido contrário de entrada para suas funções de pertinência em relação aos antecedentes. Sendo assim, ao invés de graficamente possuir entrada no eixo das abscissas e saída no eixo das ordenadas, a função da resposta adequada depende dos valores de pertinência das variáveis antecedentes para truncar a função, limitando a altura da forma gráfica (pelo eixo das ordenadas). Assim como para a validade e discriminação, funções trapezoidais e triangulares são aplicadas, exceto que para a resposta adequada são assinaladas 5 variáveis linguísticas: mínimo (SL), pouco (L), moderado (M), muito (G) e máximo (SG).

A figura 7 ilustra as cinco funções de pertinência que descrevem as variáveis linguísticas. É possível ver que, assim como nas notas de opinião dos respondentes, os limites 1, 2, 3, 4, e 5 estão associados aos níveis de resposta das questões. Estas funções então serão truncadas conforme regras de inferência que serão tratadas adiante.

**Figura 7 - Funções de pertinência de Resposta Adequada**



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

#### 4.2.3 Avaliação das regras fuzzy

Vonglao (2017) se utiliza de 29 regras *fuzzy* para o sistema de inferência do seu estudo sem expô-las. As regras são em geral criadas por experts e particulares de cada caso, sendo assim, não haveria sentido em usar as mesmas regras do autor citado anteriormente. Regras são construções lógicas e devem fazer sentido no contexto da Lógica Difusa. Para concebê-las, então, o autor com auxílio de um matemático criou 33 regras das 225 possíveis ( $5 \times 3 \times 3 \times 5$ ). A partir de todas as regras possíveis, descartou-se as que não faziam sentido para o estudo, pois conduziam os antecedentes a um consequente de forma a não respeitar as premissas estipuladas. Para entender do que se trata é necessário antes explicar a estrutura das regras. A estrutura das regras consiste em três antecedentes e uma consequente, com o “E” como operador difuso. Um exemplo de regra *fuzzy* segue abaixo.

Regra: SE a Opinião dos Respondentes é "Discordo Totalmente" E a Validade é "Média" E a Discriminação é "Baixa" ENTÃO a Resposta Adequada é "Pouca".

Deste modo, três variáveis linguísticas resultam em outra. Para efeitos de simplificação, a



opinião dos respondentes foi chamada de O, a validade de V, a discriminação de D e a resposta adequada de RA. Quanto às respectivas variáveis linguísticas, manteve-se a nomenclatura de Vonglao (2017), descritas na tabela 7. O exemplo de regra citado acima então foi simplificado pela forma a seguir.

SE (O é SD) E (V é M) E (D é L) ENTÃO (RA é L)

**Tabela 7** - Nomenclatura das variáveis linguísticas

<b>Opinião dos respondentes</b>	
Discordo totalmente	SD
Discordo	D
Não concordo nem discordo	NN
Concordo	A
Concordo totalmente	SA
<b>Validade e Discriminação</b>	
Baixa	L
Média	M
Alta	G
<b>Resposta adequada</b>	
Mínimo	SL
Pouco	L
Moderado	M
Muito	G
Máximo	SG

Fonte: Elaborado pelo autor

A lógica por trás das 33 regras formuladas parte de algumas premissas. A primeira é que RA tenderá a seguir a concordância de O, por exemplo, se O é discordo (D), RA tenderá a resultar em pouco “L”, pois as duas variáveis linguísticas estão no mesmo patamar de escala. O que poderá afetar esta tendência é a validade e discriminação do item. Partindo primeiramente da validade, a segunda premissa é que quanto mais baixa é V, mais RA tenderá à média. Isto foi elaborado pelo fato de que se um item não possui validade significativa, quer dizer que ele não mede o seu objetivo com precisão e portanto a resposta real que deseja-se obter pode estar em qualquer nível de resposta, logo RA tende ao valor médio (M), que é neutro. A discriminação,

por sua vez, vem hierarquicamente abaixo da validade, mas tem poder de modificar RA também. D é uma espécie de nitidez de medição do item, portanto um item com discriminação alta possuiria capacidade de distinguir entre respondentes com elevada e baixa atitude em relação ao que deseja medir. Sendo assim, um item de discriminação alta pode indicar se RA encontra-se no grupamento inferior ou superior da escala, sendo esta a terceira premissa. Itens de validade e discriminação altas resultam no mesmo nível da opinião do respondente. Todas as regras formuladas constam na tabela 8.

**Tabela 8 - Regras criadas**

<b>N</b>	<b>REGRAS FUZZY</b>							
1	SE	O É SD	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É L
2	SE	O É SD	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É M
3	SE	O É SD	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É G
4	SE	O É SD	E	V É M	E	D É G	ENTÃO	RA É L
5	SE	O É SD	E	V É G	E	D É M	ENTÃO	RA É SL
6	SE	O É SD	E	V É G	E	D É G	ENTÃO	RA É SL
7	SE	O É D	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É L
8	SE	O É D	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É M
9	SE	O É D	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É G
10	SE	O É D	E	V É M	E	D É G	ENTÃO	RA É L
11	SE	O É D	E	V É G	E	D É L	ENTÃO	RA É L
12	SE	O É D	E	V É G	E	D É M	ENTÃO	RA É L
13	SE	O É D	E	V É G	E	D É G	ENTÃO	RA É L
14	SE	O É NN	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É L
15	SE	O É NN	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É M
16	SE	O É NN	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É G
17	SE	O É NN	E	V É M	E	D É G	ENTÃO	RA É M
18	SE	O É NN	E	V É G	E	D É L	ENTÃO	RA É M
19	SE	O É NN	E	V É G	E	D É M	ENTÃO	RA É M
20	SE	O É NN	E	V É G	E	D É G	ENTÃO	RA É M
21	SE	O É A	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É L
22	SE	O É A	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É M
23	SE	O É A	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É G
24	SE	O É A	E	V É M	E	D É G	ENTÃO	RA É G
25	SE	O É A	E	V É G	E	D É L	ENTÃO	RA É G
26	SE	O É A	E	V É G	E	D É M	ENTÃO	RA É G

N	REGRAS FUZZY								
27	SE	O É A	E	V É G	E	D É G	ENTÃO	RA É G	
28	SE	O É SA	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É L	
29	SE	O É SA	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É M	
30	SE	O É SA	E	V É L	E	D É L	ENTÃO	RA É G	
31	SE	O É SA	E	V É M	E	D É G	ENTÃO	RA É G	
32	SE	O É SA	E	V É G	E	D É M	ENTÃO	RA É SG	
33	SE	O É SA	E	V É G	E	D É G	ENTÃO	RA É SG	

Fonte: Elaborado pelo autor

Após definidas as relações entre entradas e saídas, deve-se aplicar todas as regras a cada item. A representação matemática que segue corresponde ao truncamento da função de pertinência de saída pelo mínimo valor obtido na etapa de “fuzzyficação”.

$$\mu_t = \min[\mu_o(Xo), \mu_v(Xv), \mu_D.(Xd)] \quad (2)$$

Esta equação é usada em cada regra, sendo  $\mu_t$  a função final (de conclusão) truncada,  $\mu_o(Xo)$  é o valor de pertinência da opinião dos respondentes  $Xo$ ,  $\mu_v(Xv)$  é o valor de pertinência da validade  $Xv$  e  $\mu_D(Xd)$  é o valor de pertinência da discriminação  $Xd$ . O mínimo é aplicado então pois nas regras utiliza-se o operador lógico “E”, o qual na lógica difusa corresponde ao mínimo dos valores (o operador lógico “OU” corresponde ao máximo). Se o valor da função de pertinência for igual a zero, ele não é considerado. Assim, encontra-se o mínimo valor diferente de zero de pertinência das funções de entrada da regra e este valor realiza o truncamento da função de pertinência de saída (RA).

Na figura 8 há um exemplo de como as funções de pertinência de entrada foram aplicadas. Com a regra  $N = 10$  foram estipulados 3 valores fictícios para as variáveis de entrada. A primeira função corresponde à variável linguística discordo (D) da opinião dos respondentes. A entrada  $O = 3,0$  resulta em uma pertinência de 0,5. A segunda função é a de baixa (L) para validade e a terceira também de baixa (L) para a discriminação. Verifica-se que a pertinência para validade é máxima (igual a 1) e a de discriminação é mínima (igual a 0), portanto esta última não é considerada no truncamento da função de saída. Observa-se também que para manter a escala dos gráficos foi mostrado o intervalo 0 a 5 do eixo das abscissas, porém é preciso salientar que apenas a primeira função corresponde a este intervalo, sendo que as

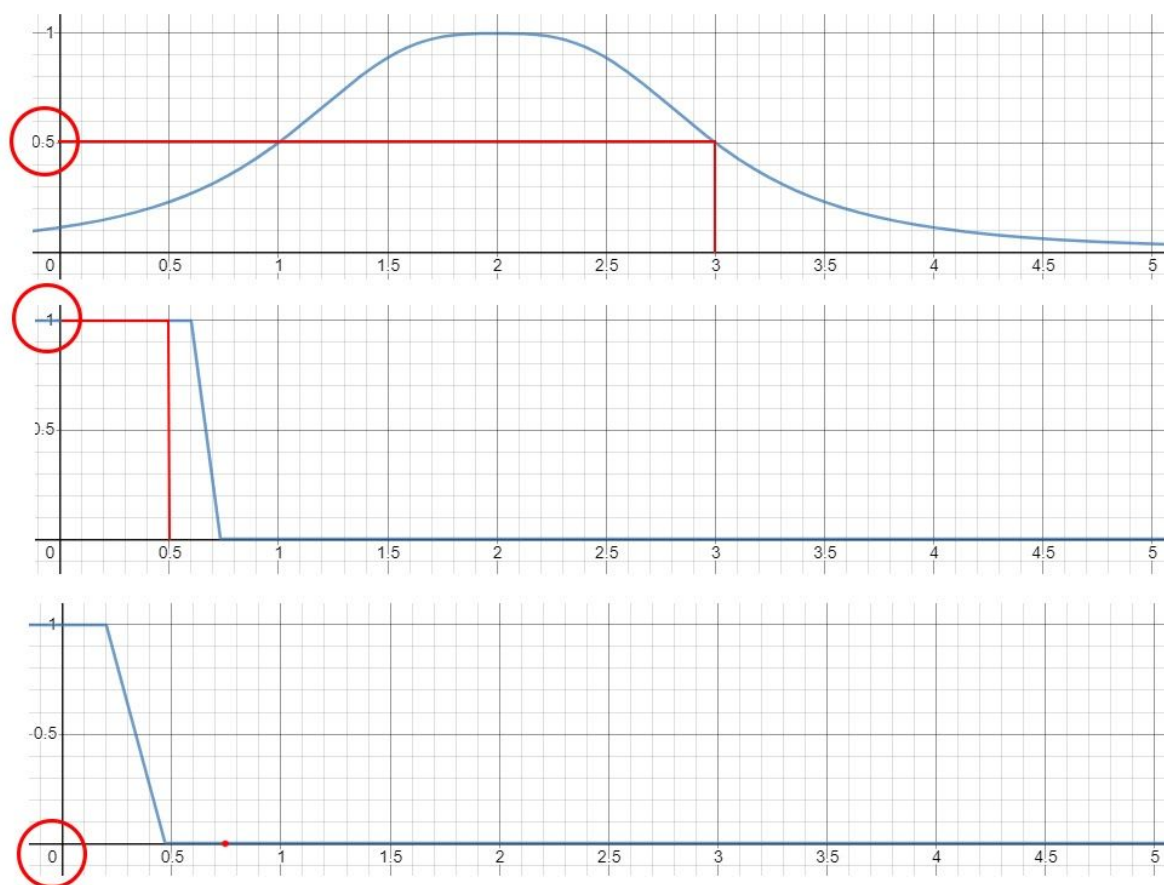
demais possuem intervalo de 0 a 1. O menor dos valores válidos (diferentes de zero) é 0,5 e, portanto, é o utilizado para truncar a função de pertinência de moderado de RA.

Figura 8 - Exemplo de valores de pertinência de entrada

SE (O é D) E (V é L) E (D é L) ENTÃO (RA É M)

Entradas:

O = 3,0 ; V = 0,5 ; D = 0,75



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

A figura 9 ilustra a conclusão da regra 10 que consiste no truncamento da função moderado. Este ocorre pelo eixo das ordenadas, ao contrário das funções dos termos antecedentes. No presente estudo, calculou-se na planilha *Google sheets* todos valores de pertinência de cada uma das 11 variáveis linguísticas de entrada (5 de opinião dos respondentes, 3 de validade e 3 de discriminação) para cada item. Este cálculo está tabelado e pode ser encontrado no

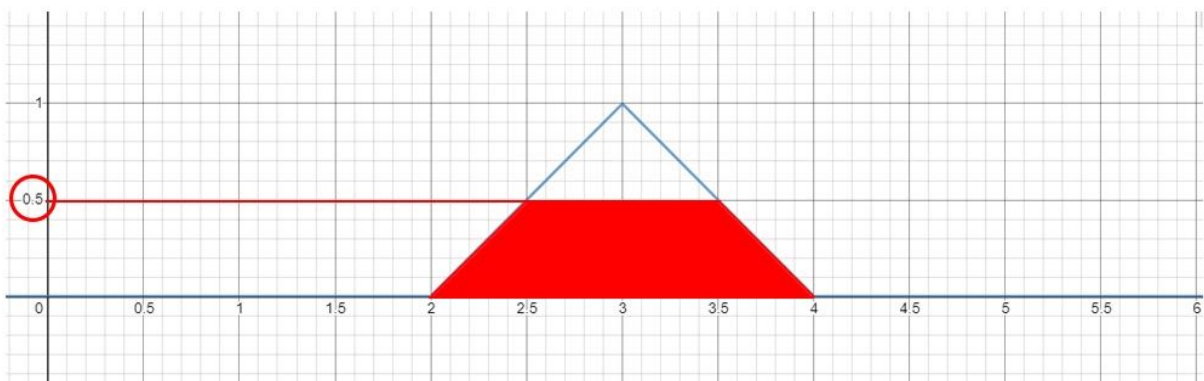
Apêndice C. Com estes cálculos, então, obteve-se outra planilha contendo apenas os valores mínimos (diferentes de zero) para cada variável linguística de cada uma das 33 regras, constando estes dados no Apêndice D. As áreas de truncamento de saída serão tratadas na próxima etapa do sistema de inferência.

**Figura 9** - Exemplo de truncamento de função de saída

SE (O é D) E (V é L) E (D é L) ENTÃO (RA É M)

Entradas:

O = 3,0 ; V = 0,5 ; D = 0,75



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

#### 4.2.4 Agregação

Na terceira etapa, aplica-se a agregação das funções truncadas, fundindo as áreas em uma função final. No entanto, não são todas as regras que devem ser agrupadas, estas devem ser separadas por opinião dos respondentes. Desse modo, as regras em que O é SD sofrem um processo de agregação entre si, as que O é D agrupam-se entre si, as que O é NN também aglomeram-se e assim por diante, segregando as regras aglomeradas por O. Isto ocorre porque deseja-se obter uma nova nota de opinião dos respondentes, processada por lógica difusa, então ao invés de 1,2,3,4 e 5 para SD, D, NN, A e SA, teremos notas diferentes para cada uma destas variáveis linguísticas para cada item.

**Figura 10** - Exemplo de agregação das funções truncadas

REGRAS

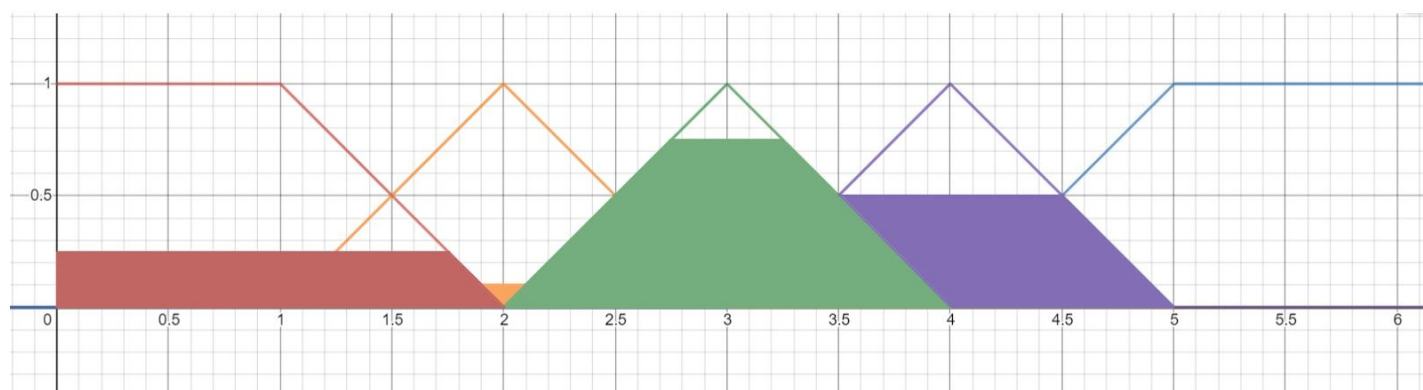
SE (O é SD) E (V é L) E (D é L) ENTÃO (RA é L) → Mínimo: 0,10

SE (O é SD) E (V é L) E (D é L) ENTÃO (RA é M) → Mínimo: 0,75

SE (O é SD) E (V é L) E (D é L) ENTÃO (RA é G) → Mínimo: 0,50

SE (O é SD) E (V é G) E (D é M) ENTÃO (RA é SL) → Mínimo: 0,13

SE (O é SD) E (V é G) E (D é G) ENTÃO (RA é SL) → Mínimo: 0,25



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

Na figura há todas as regras criadas neste estudo para a opinião dos respondentes SD. Para elas foram dados mínimos hipotéticos, que correspondem a altura de truncamento da função de pertinência da variável linguística consequente. Um aspecto que deve ser ressaltado é que a operação de máximo (união) é aplicada para combinar as áreas. Sendo assim, a maior altura (maior mínimo) rege o truncamento final de agregação e, quando há mais de um mínimo (que é o caso das duas últimas regras) o maior prevalece. Com as funções das regras da opinião do respondente aglomeradas é possível partir para a próxima etapa.

#### 4.2.5 Desfuzzificação

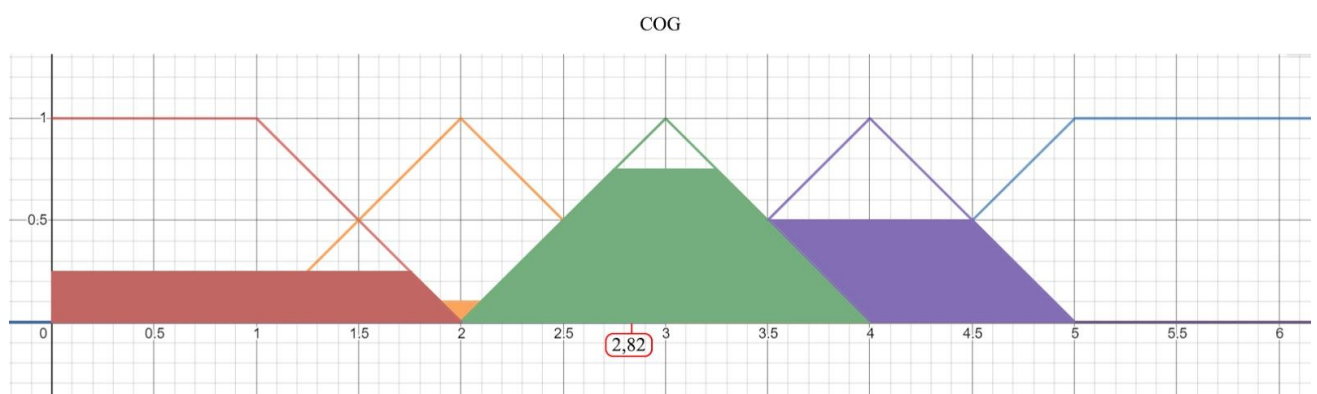
Na última etapa deve-se transformar o conjunto de variáveis difusas em um valor exato de modo a obter o novo valor de opinião do respondente que é chamado de resposta adequada. Para tal, o método *Center of gravity* (COG) é empregado. Para o cálculo do COG basta encontrar a área das funções de pertinência truncadas e seus respectivos centros de massa, obtendo ao final o quociente da ponderação das áreas pelos centros.

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x) x dx}{\int_a^b \mu_A(x) dx} \quad (3)$$

A equação (3) explicita como a ponderação acima mencionada é feita, sendo o centro de massa  $x$  em relação ao eixo das abscissas. Para realizar esse cálculo elaborou-se fórmulas não só para as áreas das funções de pertinência como para a intersecção delas, pois há a necessidade de excluir uma vez a intersecção de uma soma de áreas adjacentes. Para isso foi criado um código em JavaScript na própria planilha *Google Sheets*, pois é a linguagem por ela utilizada. O código encontra-se no Apêndice E ao final deste trabalho.

Seguindo o exemplo da figura 10, a figura 11 representa o resultado do cálculo do COG pelo código, retornando um valor de 2,82. Este seria o resultado de *desfuzzificação* da opinião dos respondentes SD para determinado item. O código funciona calculando todas as áreas limitadas por linha, da esquerda para a direita, verificando se há ou não intersecção e avaliando qual altura de truncamento é maior entre áreas adjacentes. Os centros de massa das áreas centrais triangulares são constantes, porém os dos trapézios mudam conforme a altura muda. Sendo assim, o código calcula também estes centros de massa variáveis para depois fazer a ponderação das áreas delimitadas por linha e dividir pela soma de todas as áreas, resultando no COG.

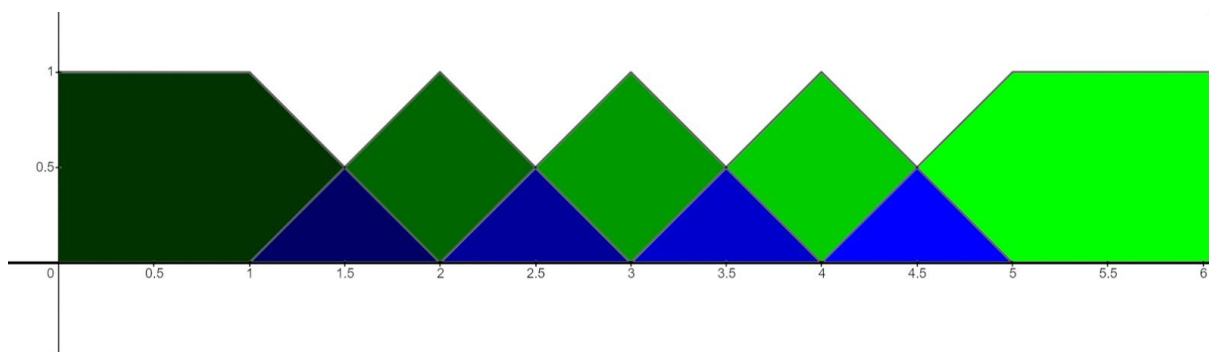
**Figura 11** - Exemplo de cálculo do código



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

A figura 12 demonstra como a programação conduz os cálculos. As áreas pintadas são as áreas delimitadas por linha, as quais têm a área calculada dependendo da altura de truncamento. É possível observar que as áreas em verde são áreas principais e as em azul são os intervalos entre funções adjacentes, sendo que o código começa nas áreas escuras (à esquerda) para ir depois para as mais claras.

**Figura 12** - Áreas delimitadas por linha



Fonte: <https://www.desmos.com/calculator>

### 4.3 RESULTADOS

#### 4.3.1 Escala Likert *Fuzzy*

Com todos os COGs calculados é possível montar a tabela de resultados para comparar a nova escala Likert *Fuzzy* com a escala Likert tradicional (tabela 9).

**Tabela 9** - Escala Likert *Fuzzy*

Questão	Validade (IOC)	Discrimination (IDI)	Escala Likert				
			SD	D	NN	A	SA
Q01	0,74	0,32	2,82	3,00	3,00	3,05	3,10
Q02	0,53	0,60	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53
Q04	0,49	0,34	2,48	3,00	3,00	3,08	3,54
Q07	0,69	0,43	2,48	2,63	3,00	3,48	3,53
Q08	0,44	0,55	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53
Q10	0,56	0,13	2,48	3,00	3,00	3,00	3,55
Q12	0,44	0,42	2,48	2,76	3,00	3,44	3,54
Q13	0,70	0,22	2,48	3,00	3,00	3,39	3,55
Q15	0,61	0,25	2,48	3,00	3,00	3,01	3,55



Questão	Validade (IOC)	Discrimination (IDI)	Escala Likert				
			SD	D	NN	A	SA
Q17	0,36	0,38	2,48	3,00	3,00	3,24	3,55
Q18	0,46	0,45	2,48	2,51	3,00	3,73	4,03
Q19	0,74	0,40	2,48	2,93	3,00	3,34	3,27
Q21	0,60	0,26	2,48	3,00	3,00	3,01	3,55
Q22	0,83	0,27	2,48	3,00	3,00	3,00	3,54
Q23	0,79	0,31	2,48	3,00	3,00	3,00	3,54
Q24	0,58	0,28	2,48	3,00	3,00	3,02	3,55
Q25	0,66	0,47	1,76	2,11	3,00	3,97	4,55
Q26	0,68	0,32	2,48	3,00	3,00	3,18	3,54
Q27	0,59	0,45	2,48	2,47	3,00	3,77	4,12
Q28	0,55	0,48	2,48	3,00	3,00	3,00	3,53
Q29	0,61	0,35	2,48	3,00	3,00	3,14	3,55
Q30	0,55	0,27	2,48	3,00	3,00	3,01	3,54
Q31	0,22	0,15	2,48	3,00	3,00	3,00	3,54
Q32	0,00	0,12	2,48	3,00	3,00	3,00	3,55
Q33	0,20	0,45	2,14	2,28	3,00	3,67	3,73
Q34	0,06	0,32	2,48	3,00	3,00	3,05	3,54
Q35	0,00	0,45	2,48	2,45	3,00	3,77	4,10
Q37	0,19	0,43	2,48	2,68	3,00	3,49	3,54
Q38	0,00	0,16	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53
Q41	0,75	0,45	2,35	2,37	3,00	3,70	3,82
Q42	0,40	0,38	2,48	2,96	3,00	3,23	3,54
Q43	0,59	0,37	2,48	3,00	3,00	3,20	3,54
Q44	0,80	0,48	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53
Q45	0,66	0,59	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53
Q46	0,66	0,57	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53
Q47	0,57	0,47	1,61	2,04	3,00	3,98	4,50
Q48	0,57	0,61	2,48	3,00	3,00	3,00	3,54
Q49	0,43	0,62	2,48	3,00	3,00	3,00	3,53
Q51	0,71	0,29	2,47	2,49	3,00	3,42	3,52
Q52	0,63	0,30	2,48	3,00	3,00	3,02	3,54

Questão	Validade (IOC)	Discrimination (IDI)	Escala Likert				
			SD	D	NN	A	SA
Q53	0,49	0,39	2,47	2,82	3,00	3,23	3,53
Q54	0,05	0,38	2,48	2,93	3,00	3,17	3,53
Q55	0,61	0,50	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53
Q56	0,56	0,36	2,47	2,92	3,00	3,06	3,53
Q60	0,46	0,50	2,47	3,00	3,00	3,00	3,53

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota-se, pela tabela, que as notas dadas (RA) pelo sistema de lógica difusa foram bem diferentes das que são comumente utilizadas para análise de dados de questionários em escala Likert. Enquanto as variáveis linguísticas Discordo Totalmente, Discordo, Não concordo nem discordo, Concordo e Concordo totalmente correspondem a 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, na escala Likert *Fuzzy* essas notas tenderam à nota média 3. Uma das possibilidades para esta ocorrência é o peso que as regras põe aos itens de validade e discriminação baixas para tenderem à média. Concomitantemente, quando a validade e discriminação são altas as notas tendem à opinião do respondente. No entanto, não houve nenhum item com validade e discriminação de pertinência máxima à função “Alta”, de acordo com os parâmetros de Vonglao (2017). Em contrapartida, houve valores com pertinência máxima à função “Baixa”, porém com a maioria dos valores com forte pertinência à “Média”. A média da opinião dos respondentes do item provavelmente também influenciou estes resultados, contribuindo para que os dados tendessem à maior concordância, visto que todas as médias encontram-se entre 3 e 5. Além disso, o formato triangular das funções de pertinência de L, M e G (centrais) também teve sua contribuição, pois possuem centro de massa constantes (2, 3 e 4, respectivamente). A tabela 10 confirma o que foi constatado acima, pois é visível que o desvio padrão teve elevada diminuição e a média das respostas aproximou-se à nota média 3.

Tabela 10 - Comparação entre Escala Likert e Escala Likert Fuzzy

Questão	Escala Likert		Escala Likert <i>Fuzzy</i>	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Q01	3,65	0,86	3,04	0,40
Q02	3,37	1,24	3,00	0,45
Q04	3,88	1,48	3,18	0,48

Questão	Escala Likert		Escala Likert <i>Fuzzy</i>	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Q07	3,88	1,48	3,29	0,56
Q08	3,27	2,16	3,04	0,46
Q10	4,76	1,10	3,48	0,54
Q12	3,74	2,63	3,23	0,62
Q13	4,70	1,11	3,48	0,47
Q15	4,55	1,45	3,41	0,53
Q17	4,33	1,66	3,37	0,58
Q18	3,99	2,15	3,61	0,74
Q19	4,23	0,73	3,24	0,20
Q21	4,58	0,73	3,39	0,40
Q22	4,38	0,74	3,28	0,43
Q23	4,40	0,63	3,29	0,31
Q24	4,50	0,62	3,34	0,35
Q25	3,69	1,21	3,61	0,90
Q26	4,32	1,03	3,33	0,40
Q27	3,97	1,06	3,64	0,56
Q28	3,87	1,22	3,16	0,34
Q29	4,37	0,72	3,34	0,28
Q30	4,39	0,68	3,30	0,31
Q31	4,49	0,41	3,29	0,27
Q32	4,73	0,36	3,43	0,27
Q33	2,81	1,62	2,90	0,68
Q34	3,50	1,52	3,11	0,40
Q35	3,94	1,15	3,63	0,61
Q37	3,49	1,33	3,20	0,42
Q38	2,21	1,22	2,84	0,27
Q41	3,02	1,63	3,06	0,61
Q42	3,91	1,12	3,25	0,36
Q43	4,18	0,81	3,30	0,35
Q44	3,22	1,45	3,01	0,43
Q45	3,41	1,51	3,05	0,49

Questão	Escala Likert		Escala Likert <i>Fuzzy</i>	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Q46	3,38	1,44	3,03	0,43
Q47	3,31	1,35	3,28	0,99
Q48	3,31	1,47	3,03	0,45
Q49	3,20	1,69	3,01	0,47
Q51	3,06	1,72	3,02	0,61
Q52	3,86	1,40	3,15	0,51
Q53	3,06	1,76	3,03	0,50
Q54	3,00	1,59	3,02	0,43
Q55	3,19	1,50	3,02	0,49
Q56	2,59	1,70	2,90	0,53
Q60	3,39	1,74	3,05	0,43

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.3.2 Análise comparativa dos erros e fatores humanos

Deseja-se obter os 10 fatores e erros humanos mais presentes no canal de inspeção de acordo com a opinião dos funcionários AVSEC. Arcúrio (2014) fez esta análise com base na predominância das respostas dos dois maiores níveis de intensidade, frequência e concordância de um determinado item, ou seja, Elevado e Total, Na maioria das vezes e Sempre e Concordo e Concordo totalmente, respectivamente. Para efeitos comparativos, realizou-se 3 análises com os dados obtidos por lógica difusa. A primeira assemelha-se com o estudo de Arcúrio (2014), pois os itens foram classificados pela predominância de respostas com notas maiores que 3. Como a nota média da escala de todos os itens foi 3, qualquer nota contabilizada acima disso seria referente aos dois maiores níveis de resposta da questão. Esta análise foi chamada de Análise 1. A segunda análise (Análise 2) levou em conta também a discordância das pessoas. Sendo assim, subtraiu-se a quantidade de pessoas discordantes com nota de resposta menor que 3 (2 níveis mais baixos) da quantidade de pessoas concordantes (2 níveis mais altos). Para efeitos de esclarecimento, a soma total de respostas não levou em conta os itens sem resposta. A terceira e última análise (Análise 3) foi feita simplesmente levando em conta a média de escores do item, já que o processo do sistema de inferência já deu uma nota de concordância para cada resposta do item considerando fatores como validade

e discriminação da questão, assim como fez a ponderação do nível de escala do item. Assim, foi possível conceber a tabela 11, resultado das 3 análises.

**Tabela 11** - Resultados das análises

<b>Questão</b>	<b>ANÁLISE 1</b>	<b>ANÁLISE 2</b>	<b>ANÁLISE 3</b>
	<b>Predominância</b>	<b>Predominância</b>	<b>Média de escores</b>
Q01	56,99%	55,40%	3,04
Q02	6,38%	6,38%	3,00
Q04	75,80%	75,80%	3,18
Q07	68,26%	85,28%	3,29
Q08	24,78%	24,78%	3,04
Q10	89,52%	89,52%	3,48
Q12	65,54%	73,53%	3,23
Q13	92,24%	94,18%	3,48
Q15	88,67%	88,67%	3,41
Q17	82,74%	82,74%	3,37
Q18	74,38%	81,63%	3,61
Q19	81,36%	97,56%	3,24
Q21	90,53%	90,53%	3,39
Q22	51,67%	51,67%	3,28
Q23	54,36%	54,36%	3,29
Q24	90,73%	90,73%	3,34
Q25	59,33%	89,08%	3,61
Q26	85,26%	85,26%	3,33
Q27	72,47%	93,73%	3,64
Q28	33,86%	33,86%	3,16
Q29	85,71%	85,71%	3,34
Q30	86,93%	86,93%	3,30
Q31	54,61%	54,61%	3,29
Q32	78,05%	78,05%	3,43
Q33	34,62%	57,17%	2,90
Q34	55,09%	55,09%	3,11
Q35	73,20%	94,40%	3,63

Questão	ANÁLISE 1	ANÁLISE 2	ANÁLISE 3
	Predominância	Predominância	Média de escores
Q37	52,45%	80,59%	3,20
Q38	2,61%	2,61%	2,84
Q41	38,68%	65,16%	3,06
Q42	75,48%	88,97%	3,25
Q43	86,34%	86,34%	3,30
Q44	11,99%	11,99%	3,01
Q45	15,78%	15,78%	3,05
Q46	13,76%	13,76%	3,03
Q47	49,30%	75,00%	3,28
Q48	13,78%	13,78%	3,03
Q49	13,27%	13,27%	3,01
Q51	45,29%	64,83%	3,02
Q52	73,05%	73,05%	3,15
Q53	43,19%	61,77%	3,03
Q54	38,56%	65,14%	3,02
Q55	11,37%	11,37%	3,02
Q56	28,34%	48,31%	2,90
Q60	20,91%	20,91%	3,05

Fonte: Elaborado pelo autor

Com estes cálculos, finalmente, é possível listar os itens com maior predominância e assim associá-los aos fatores e erros humanos mais presentes no canal de inspeção. A tabela 12 trata da lista feita por Arcúrio (2014) e as tabelas 13, 14 e 15 da lista resultante das 3 análises aqui realizadas.

**Tabela 12** - 10 fatores/erros humanos (ARCÚRIO, 2014)

<b>N</b>	<b>Item</b>	<b>Predom.</b>	<b>Tipo de Fator/Erro Humano</b>
1	Q38	65%	Fator Humano: DOC 9808 - retenção de pessoal
2	Q56	51%	Fator Humano: DOC 9808 - entorno operacional
3	Q33	43%	Fator Humano: DOC 9808 - retenção de pessoal/cultura de segurança
4	Q53	38%	Fator Humano: DOC 9808 - entorno operacional
5	Q51	36%	Fator Humano: DOC 9808 - cultura de segurança
6	Q54	35%	Fator Humano: DOC 9808 - cultura de segurança/entorno operacional
7	Q41 e Q08	34%	Fator Humano: DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção e Erro Humano: excesso de confiança/sobrecarga de informação
8	Q49	31%	Fator Humano: DOC 9808 - entorno operacional
9	Q55	30%	Fator Humano: DOC 9808 - entorno operacional
10	Q44	27%	Fator Humano: DOC 9808 - instrução

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Arcúrio (2014)

**Tabela 13** - 10 fatores/erros humanos (Análise 1)

<b>N</b>	<b>Item</b>	<b>Predom.</b>	<b>Tipo de Fator/Erro Humano</b>
1	Q13	92%	Erro Humano: excesso de confiança
2	Q21 e Q24	91%	Erro Humano: percepção confusa / Erro Humano: dificuldades na codificação
3	Q10	90%	Erro Humano: erros provocados por interferências
4	Q15	89%	Erro Humano: redundância/efeito de halo
5	Q30	87%	Erro e Fator Humano: excesso de confiança e DOC 9808 - instrução
6	Q29 e Q43	86%	Erro e Fator Humano: excesso de confiança e DOC 9808 - instrução Fator Humano: (DOC 9808 - instrução)
7	Q26	85%	Erro Humano: efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade
8	Q17	83%	Erro Humano: olhos que não vêem, coração que não sente/excesso de confiança
9	Q19	81%	Erro Humano: omissão por interrupção
10	Q32	78%	Fator Humano: DOC 9808 - cultura de segurança

Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 14** - 10 fatores/erros humanos (Análise 2)

<b>N</b>	<b>Item</b>	<b>Predom.</b>	<b>Tipo de Fator/Erro Humano</b>
1	Q19	98%	Erro Humano: omissão por interrupção
2	Q13, Q27 e Q35	94%	Erro Humano: excesso de confiança / falta de atenção ou deslizes de dupla captação Fator Humano: DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção
3	Q21 e Q24	91%	Erro Humano: percepção confusa / dificuldades na codificação
4	Q10	90%	Erro Humano: erros provocados por interferências
5	Q15, Q25 e Q42	89%	Erro Humano: redundância/efeito de halo / falta de atenção ou deslizes de dupla captação Fator Humano: DOC 9808 - instrução
6	Q30	87%	Fator e Erro Humano: excesso de confiança e DOC 9808 - instrução
7	Q29 e Q43	86%	Fator e Erro Humano: excesso de confiança e DOC 9808 - instrução
8	Q07 e Q26	85%	Erro Humano: erros provocados por interferências / efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade
9	Q17	83%	Erro Humano: olhos que não vêem, coração que não sente/excesso de confiança
10	Q18	82%	Erro Humano: efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade

Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 15** - 10 fatores/erros humanos (Análise 3)

<b>N</b>	<b>Item</b>	<b>Média</b>	<b>Tipo de Fator/Erro Humano</b>
1	Q27	3,64	Erro Humano: falta de atenção ou deslizes de dupla captação
2	Q35	3,63	Fator Humano: DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção
3	Q18 e Q25	3,61	Erro Humano: efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade / falta de atenção ou deslizes de dupla captação
4	Q10 e Q13	3,48	Erro Humano: erros provocados por interferências / excesso de confiança
5	Q32	3,43	Fator Humano: DOC 9808 - cultura de segurança
6	Q15	3,41	Erro Humano: redundância/efeito de halo
7	Q21	3,39	Erro Humano: percepção confusa
8	Q17	3,37	Erro Humano: olhos que não vêem, coração que não sente/excesso de confiança
9	Q24 e Q29	3,34	Fator e Erro Humano: dificuldades na codificação / excesso de confiança e DOC 9808 - instrução
10	Q26	3,33	Erro Humano: efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade

Fonte: Elaborado pelo autor



As análises feitas com os dados da lógica difusa resultaram em erros e fatores diferentes dos de Arcúrio (2014), sendo que não houve nenhum item em comum entre os 10 predominantes. Isso possivelmente mostra que o método proposto por Vonglao (2017) pode não se aplicar ao presente estudo, revelando que este não pode ser generalizado como aqui foi feito.

Entre as análises, por outro lado, foram encontrados 8 itens em comum: 10, 13, 15, 17, 21, 24, 26, e 29. Sendo assim, é possível concluir que estes itens são os de maior relevância para os resultados. Entre apenas a primeira e segunda análises os itens 19, 30 e 43 foram encontrados em comum, entre apenas a primeira e terceira o item 32 e entre apenas a segunda e terceira os itens 18, 25, 27 e 35 foram identificados. Portanto, percebe-se provável convergência entre as análises feitas nas tabelas 13, 14 e 15, com tratamento *fuzzy*.

Nota-se também que os erros predominaram em relação aos fatores humanos, fato oposto ao constatado na tabela 12. Isto pode levar a outra perspectiva em relação ao trabalho de Arcúrio (2014) pois talvez o foco do reparo das falhas dos canais de inspeção esteja nos erros e não nos fatores humanos. Deste modo, as análises em Escala Likert tradicional e *fuzzy* parecem discordar e levantam objeto de discussão referente ao tratamento mais adequado dos dados em Escala Likert, assim como a formulação das regras adequadas para aplicação da lógica *fuzzy*.

De qualquer modo, levando em conta a frequência de aparecimento dos erros e fatores humanos nas três análises bem como a predominância em cada uma delas, criou-se a listagem final dos erros e fatores humanos mais presentes nos canais de inspeção de acordo com a opinião dos agentes de segurança. A tabela 16 revela o resultado final obtido neste estudo. De acordo com ela, os aspectos internos aos agentes, predominam em relação aos fatores externos (do ambiente). O excesso de confiança dos agentes, as interferências acometidas no canal de inspeção e a percepção confusa na execução de tarefas foram os erros que mais acometeram os funcionários AVSEC de acordo com este estudo. É possível observar também que alguns dos erros são relacionados à falta de treinamento dos agentes de *security* como percepção confusa, dificuldades na codificação e redundância. Similarmente, o único fator encontrado é relativo à instrução dos agentes, o DOC 9808 - instrução. Com isso, é possível partir para as conclusões do estudo.

**Tabela 16** - 10 fatores/erros humanos mais perceptíveis de acordo com agentes AVSEC

<b>Classificação</b>	<b>Erro ou Fator humano</b>	<b>Tipo</b>
1º	Excesso de confiança	Erro humano
2º	Erros provocados por interferências	Erro humano
3º	Percepção confusa	Erro humano
4º	Dificuldades na codificação	Erro humano
5º	Redundância	Erro humano
6º	Efeito de halo	Erro humano
7º	Omissão por interrupção	Erro humano
8º	Falta de atenção ou deslizes de dupla captação	Erro humano
9º	DOC 9808 - instrução	Fator humano
10º	Olhos que não vêem, coração que não sente	Erro humano

Fonte: Elaborado pelo autor

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar os erros e fatores humanos mais frequentes nos canais de inspeção por meio da Lógica Difusa. Verifica-se que o objetivo foi cumprido, ainda que o método utilizado seja objeto de questão. Pelas aferições feitas foram encontrados alguns erros e fatores humanos bastante presentes nos canais de inspeção de acordo com a percepção dos agentes de segurança na aviação civil. Estes fatores e erros foram: excesso de confiança, erros provocados por interferências, percepção confusa, dificuldades na codificação, redundância, efeito de halo, omissão por interrupção, falta de atenção ou deslizes de dupla captação, DOC 9808 - instrução e olhos que não vêem, coração que não sente.

Dessa forma, é importante que os supervisores dos canais de inspeção dêem maior atenção a estas ocorrências listadas pois possivelmente merecem uma investigação maior para que as falhas dos agentes AVSEC sejam mitigadas. Com isso, o setor de *Security* poderia avançar e caminhar para uma maior barreira aos atos ilícitos que ocorrem nos aeroportos brasileiros.

Outro objetivo alcançado foi o de criação de ferramenta para simular o método de Vonglao (2017) de forma automática. A planilha *Google Sheets* criada encontra-se no link destacado no Apêndice A e pode ser utilizada em outros estudos.

Quanto às comparações feitas, sugere-se em trabalhos futuros que seja testada a efetividade do método de Vonglao (2017) pois não foi possível identificar com clareza a razão da discrepância entre os resultados obtidos. Questiona-se então, a aplicabilidade do método em outros estudos. O autor dependeu de muitas escolhas feitas durante o trabalho, principalmente em relação às regras. Uma outra combinação de regras poderia gerar resultados totalmente diferentes. Além disso, nem as regras utilizadas por Vonglao (2017) nem a lógica por trás da criação delas foram explicitadas em seu trabalho. Sendo assim, a aplicação de sua ferramenta para tratamento de dados em Escala Likert carece de explicações.

Outra limitação deste trabalho, é que os itens de Arcúrio (2014) foram considerados independentemente da sua validade e discriminação. Uma possível próxima forma de estudo poderia excluir os itens com baixos valores destas variáveis. Também seria interessante testar funções de pertinências diferentes das de Vonglao (2017) para efeitos comparativos.

A grande quantidade de fatores e erros humanos associados aos itens também foi fator limitante deste trabalho, pois foi necessária (para viabilizar o estudo) a abordagem por componentes principais para que os experts pudessem responder às questões.

Finalmente, houve congruência entre as 3 análises por lógica difusa em relação a 10 fatores e erros mais presentes no canal de inspeção de acordo com os funcionários AVSEC. Foi evidenciado que os erros estão mais presentes, ou seja, fatores ambientes, de gerência e ergonômicos possivelmente não são tão impactantes quanto fatores como a atenção, avaliação enviesada e o treinamento dos agentes (único fator humano mais presente - DOC 9808 - instrução) nos canais de inspeção. Sendo assim, este trabalho serve de guia para a melhora do setor de combate contra atos de interferência ilícita em aeroportos, ainda que não seja conclusão definitiva.

Espera-se que mais estudos sejam realizados no âmbito da *Security* e possam contribuir para que tenhamos menos falhas nos canais de inspeção dos aeroportos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC N° 156, de 10 de janeiro de 2012. SEGURANÇA OPERACIONAL EM AERÓDROMOS.

ANDRADE, M. Estudo para aprimoramento da operação de controladores semafóricos fuzzy. 2004. 137 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2004.

ARCÚRIO, M. F. Impacto dos Fatores e Erros Humanos no Processo de Inspeção de Segurança da Aviação Civil Brasileira. 2014. 318 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2014.

ARCÚRIO, M.; FORTES, J.; ARMBORST, T. Fatores e erros humanos na inspeção de segurança da aviação civil brasileira. Revista de Saúde Pública, Brasil, v. 16, n. 3, p. 259-273, 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Decreto N° 7168, de 05 de maio de 2010. Dispõe sobre o Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita (PNAVSEC).

CAVALCANTI, J.; MELO, H.; SOUTO, C.; CAVALCANTI M. Lógica Fuzzy Aplicada às Engenharias. 1ª Edição. João Pessoa, Paraíba, 2012.

DESMOS. Desmos|Calculadora Gráfica, c2020. Página inicial. Disponível em: <<https://www.desmos.com/calculator?lang=pt-BR>>. Acesso em: 12 de dez. de 2020.

GARRETT, J.; TEIZER, J. Human factors analysis classification system relating to human error awareness taxonomy in construction safety. Journal of Construction Engineering and Management, Estados Unidos, v. 135, n. 8, p. 754-773, 2009.

GERSTENFELD, A.; BERGER, P. A decision-analysis approach for optimal airport security. International Journal of Critical Infrastructure Protection, Estados Unidos, v. 4, 14-21, 2011.

GRAMATICA, M; MASSACCI, F.; SHIM, W.; TURHAM, U.; WILLIAMS, J. Agency Problems and Airport Security: Quantitative and Qualitative Evidence on the Impact of Security Training. Society for Risk Analysis, v. 37, n. 2, p. 372-395, 2016.

HALBHERR, T; SCHWANINGER, A.; BUDGELL, G.; WALES, A. Airport Security Screener Competency: A cross-sectional and longitudinal analysis. *The International Journal of Aviation Psychology*, Reino Unido, v. 23, n. 2, p. 113-129, 2013.

HOFER, F.; WETTER, O. Operational and human factors issues of new airport security technolog: two case studies. *Journal of Transportation Security*, Suíça, v. 5, n. 4, p. 277-291, 2012.

KIERZKOWSKI, A. Model of reliability of security control operation at an airport. *Technical Gazette*, Polônia, v. 24, n. 2, p. 469-476, 2017.

LI, Q. A novel Likert scale based on fuzzy sets theory. *Expert Systems with Applications*, Estados Unidos, v. 40, 1609-1618, 2013.

MAMBO, A.; EFTEKHARI, M.; STEFFEN, T.; AHMAD, W. Designing an occupancy flow-based controller for airport terminals. *Building Service Engineering*, Reino Unido, v. 36, n. 1, p. 51-66, 2015.

MEUTER, R.; LACHEREZ, P. When and Why Threats Go Undetected: Impacts of Event Rate and Shift Length on Threat Detection Accuracy During Airport Baggage Screening. *Human Factors and Ergonomics Society*, Austrália, v. 58, n. 2, p. 218-228, 2015.

MILLER, M.; MULLINS, C.; ONUKWUGHA, E.; GOLANT, M. Discriminatory power of a 25-item distress screening tool: a cross-sectional survey of 251 cancer survivors. *Springer International Publishing*, Suíça, v. 23, p. 2855-2863, 2014.

NIE, X; BATTÀ, R.; DRURY, C.; LI, L. Passenger grouping with risk levels in an airport security system. *European Journal of operational research*, Estados Unidos, v. 194, p. 574-584, 2009.

OACI. Organização de Aviação Civil Internacional. DOC 8973 Security Manual for Safeguarding Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference. 7º ed. Montreal, Canadá: ICAO, 2008.

. DOC 9808. Os fatores humanos nas operações de segurança da aviação civil. 1ª ed. Montreal, Canadá: ICAO, 2002.

. DOC 9859. Safety Management Manual (SMM) (AN/474). 3ed. Montreal, Canadá: ICAO, 2013.

PERHINSCHI, M.; SMITH B.; BETONEY, P. Fuzzy logic-based detection scheme for pilot fatigue. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, Estados Unidos, v. 82, n. 1,

p. 39-47, 2010.

REASON, J. El Error Humano. 1ª Edición. Madrid: Modus Laborandi, 2009.

RETIEF, L.; POTGIETER, M.; LUTZ, M. The Usefulness of the Rasch Model for the Refinement of Likert Scale Questionnaires. African Journal of Research in Mathematics, África do Sul, v. 17, p. 126-138, 2013.

SILER, W.; BUCKLEY, J. Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning. 1ª Edição. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

SKORUPSKI, J.; UCHRONSKI, P.; LACH, A. A method of hold baggage security screening system throughput analysis with an application for a medium-sized airport. Transportation Research Part C, Polônia, v. 88, p. 52-73, 2018.

SKORUPSKI, J.; KALETA, W. A fuzzy inference approach to analysis of LPV-200 procedures influence on air traffic safety. Transportation Research Part C, Polônia, v. 106, p. 264-280, 2019.

SKORUPSKI, J.; UCHRONSKI, P. A fuzzy model for evaluating metal detection equipment at airport security screening checkpoints. International Journal of Critical Infrastructure protection, Polônia, v. 16, p. 39-48, 2016.

SKORUPSKI, J.; UCHRONSKI, P. A fuzzy reasoning system for evaluating the efficiency of cabin baggage screening at airports. Transportation Research Part C, Polônia, v. 54, p. 157-175, 2015.

TURNER, R.; CARLSON, L. Indexes of Item-Objective Congruence for Multidimensional Items. International Journal of Testing, Estados Unidos da América, v. 3, p. 163-17, 2003.

VONGLAO, P. Application of fuzzy logic to improve the Likert scale to measure latent variables. Kasetsart Journal of Social Sciences, Tailândia, v. 38, 337-344, 2017.

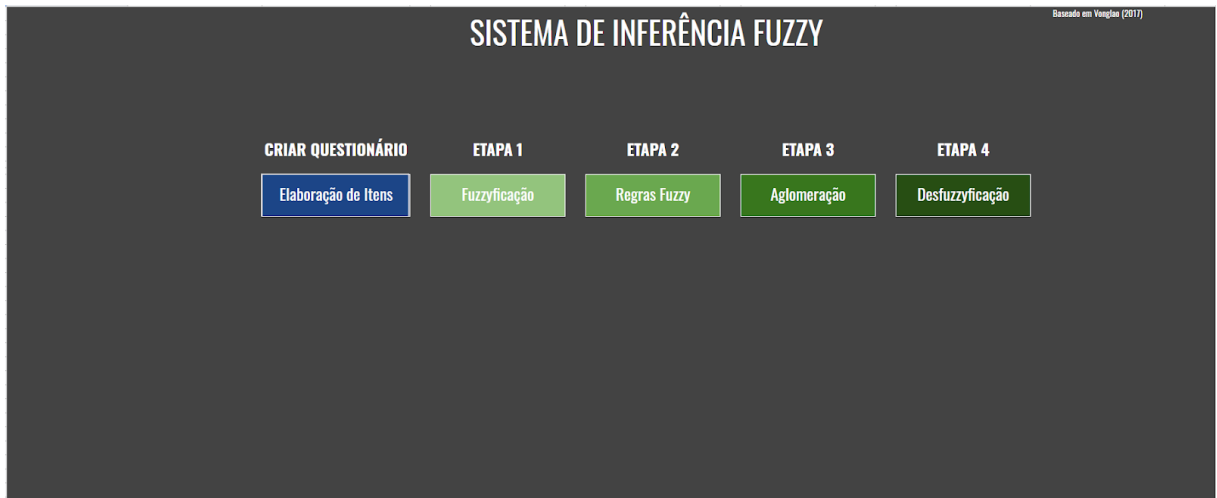
WU, W.; JIA, F.; ENDERS, C. A Comparison of Imputation Strategies for Ordinal Missing Data on Likert Scale Variables. Multivariate Behavioral Research, Estados Unidos da América, v. 50, p. 484-503, 2015.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A - Planilha Google Sheets

(link: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1qGzRkKmG6TYBWCbleh0ymeMuNEOWmDtrGM8hWxFntok/edit#gid=957414527>)

Figura A1 – Tela inicial da planilha



Fonte: Elaborado pelo autor

Visualizando a figura acima é possível identificar que constam as 4 etapas do sistema de inferência além da elaboração inicial do próprio questionário. Cada retângulo corresponde a um botão o qual encaminha o usuário para a próxima parte do processo de execução de cada etapa. Cada parte do processo corresponde a uma aba da planilha que contém propriedades específicas que serão modificadas conforme as preferências do usuário.

Figura XX – Aba “Criar Questionário”

A imagem mostra a interface de criação de um questionário. O título "QUESTIONÁRIO" está no topo em letras brancas sobre um fundo azul escuro. Abaixo, há três campos de entrada: "NOME DO QUESTIONÁRIO:" com o valor "Percepção da Matemática", "NÚMERO DE QUESTÕES:" com o valor "5" e "TIPO DE RESPOSTA:" com o valor "Múltipla escolha" e uma seta para baixo. Abaixo dos campos, há dois botões: um verde com o texto "CRIAR" e um azul com o texto "VOLTAR".

Fonte:Elaborado pelo autor



O primeiro botão leva à aba “Criar Questionário” que contém o *layout* da figura acima. Nela é possível criar, automaticamente, um modelo de questionário *Google Forms* com o nome, número de questões e tipo de respostas que o usuário desejar. Todo este processo é realizado por meio de programação em *Google Apps Script*, uma plataforma da *Google* baseada na linguagem *JavaScript* para desenvolvimento de códigos. Ao apertar o botão “Criar”, o *script* é acionado e cria o modelo de questionário que é aberto automaticamente. Além disso, o código vincula o formulário à planilha, enviando de forma automática as respostas para serem processadas na planilha. Há também o botão de “Voltar” que volta à tela inicial. Esta função da planilha propõe a simplificação do processo inicial de criar um questionário para entrevistar os indivíduos dos quais deseja-se obter informação.

**Figura A2** – Parte do código do *Google Apps Script*

```

1 function CriarQuestionario(){
2   var ss = SpreadsheetApp.getActive();
3   var valores = ss.getSheetByName('Suporte - Criar Questionário').getRange('A2:D2').getValues();
4   var form = FormApp.create(valores[0][0]);
5   var formid = form.getId();
6   var respsNumber = valores[0][1];
7   var n = valores[0][3];
8
9   //COLAR ID NO 'Suporte 1 - Opinião dos Respondentes'
10  ss.getSheetByName('Suporte 1 - Opinião dos Respondentes').getRange('A2').setValue(formid);
11
12
13  //CRIAR
14  for(var i = 0; i<respsNumber;i++){
15    var titulo = 'Pergunta '+(i+1);
16    TipoQuestao(form,titulo,n);
17  }
18
19  //VINCULAR FORMULÁRIO
20  var ss = SpreadsheetApp.openById('1qGzRkKmG6TYBWCBlch0ymeMuNE0WmDtrGM8HwxFntok');
21  form.setDestination(FormApp.DestinationType.SPREADSHEET, ss.getId());
22
23
24  //MOVER PASTA DA PLANILHA
25  var ss = DriveApp.getFileById('1qGzRkKmG6TYBWCBlch0ymeMuNE0WmDtrGM8HwxFntok');
26  var fileParents = ss.getParents();
27  while ( fileParents.hasNext() ) {
28    var folder = fileParents.next();
29    var folderid = folder.getId();
30  }
31  moveFiles(formid, folderid);
32
33
34  //ABRIR FORMULÁRIO
35  var url = form.getEditUrl();
36  window.open(url);

```

Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura A3** – Modelo de questionário gerado automaticamente pela planilha

Percepção da Matemática

Descrição do formulário

Perguntas Respostas

Pergunta 1

Resposta 1

Resposta 2

Resposta 3

Pergunta 2

Resposta 1

Resposta 2

Resposta 3

Pergunta 3

Resposta 1

Resposta 2

Fonte: Elaborado pelo autor

No segundo botão, de “*fuzzyficação*”, o usuário é encaminhado para o cálculo dos antecedentes das regras difusas, isto é, a opinião dos respondentes, a validade e a discriminação dos itens. Cada antecedente tem valores atribuídos pelo usuário que irão resultar no processo de *fuzzyficação*.

**Figura A4** – Aba de “*fuzzyficação*”

**FUZZYFICAÇÃO**

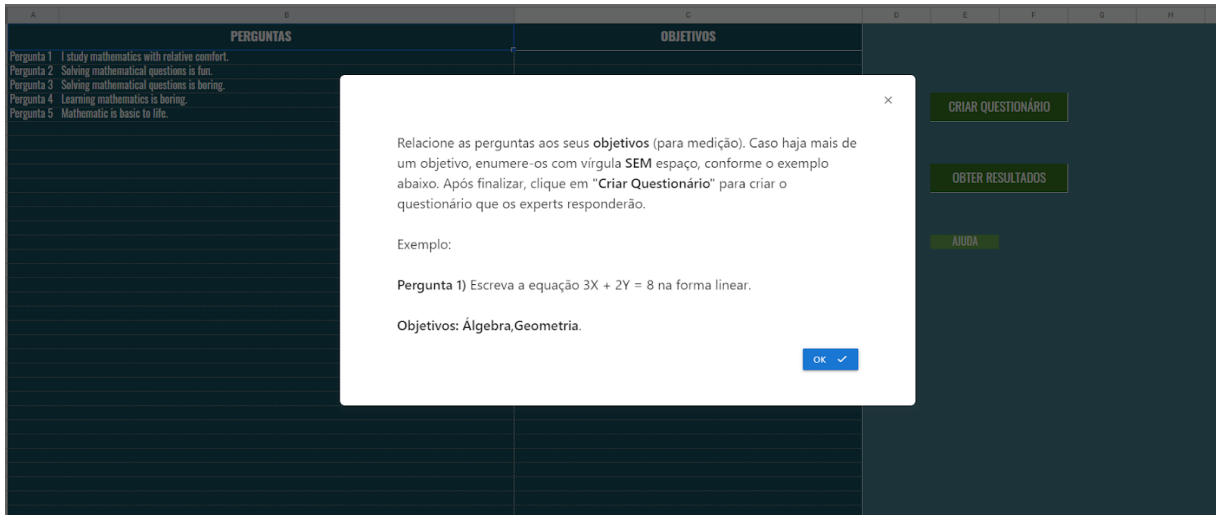
OPINIÃO DOS RESPONDENTES:

VALIDADE:

DISCRIMINAÇÃO:

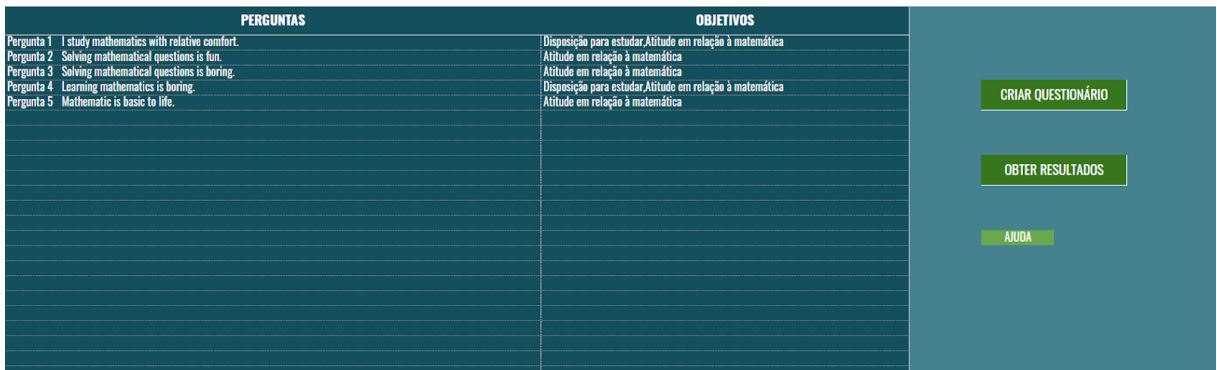
Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura A5 – Instruções para cálculo da validade**



Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura A6 – Aba para cálculo da validade**



Fonte: Elaborado pelo autor

Cada uma das abas dos antecedentes contém instruções para guiar o usuário a utilizá-la. A figura 8 mostra a janela que abre ao clicar no botão de calcular a validade e a figura 9 exibe a aba em si. No caso da opinião dos respondentes, o usuário deve dar nota para cada possível resposta do usuário, ou seja, caso seja um questionário em escala de concordância, o usuário da planilha deve associar cada resposta (discordo totalmente a concordo totalmente) a uma nota (1 a 5, por exemplo). Além disso, o autor do estudo pode comunicar se uma escala é invertida ou não, possuindo nota invertida para cálculo. Com isso a planilha calcula as opiniões dos respondentes e o usuário pode prosseguir para a próxima parte, o cálculo da validade.

**Figura A7** – Aba para cálculo da Opinião dos Respondentes

PERGUNTAS	INVERTIDA?	OPÇÕES DE RESPOSTAS	NOTA
Pergunta 1   I study mathematics with relative comfort.	<input type="checkbox"/>	Strongly Disagree	
Pergunta 2   Solving mathematical questions is fun.	<input type="checkbox"/>	Disagree	
Pergunta 3   Solving mathematical questions is boring.	<input type="checkbox"/>	Neither agree nor disagree	
Pergunta 4   Learning mathematics is boring.	<input type="checkbox"/>	Agree	
Pergunta 5   Mathematic is basic to life.	<input type="checkbox"/>	Strongly Agree	

CONCLUIR  
AJUDA

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a validade exige-se apontar os objetivos de cada questão, separando-os por vírgula sem espaço, como dito nas instruções. Ao final, analogamente à etapa inicial de criação de questionário, há o botão “Criar Questionário” para que experts no assunto possam dar notas à validação dos itens criados pelo usuário. Do mesmo modo, o questionário é vinculado à planilha para recebimento das respostas. Quando todos experts tiverem respondido, há o botão “Obter Resultados” para calcular a validade (IOC) com base nas respostas deles. Em seguida, vem a última parte da etapa 1, a discriminação. Nesta parte os dados a serem inseridos são os números de respondentes que corresponderão ao grupo inferior e superior para o cálculo do IDI. O usuário pode fazer esta análise com base nas informações que aparecem na própria aba, apontando em ordem crescente o escore dos respondentes.

**Figura A8** – Aba para cálculo da discriminação

ESCORES		ESCORES EM ORDEM CRESCENTE	
Respondentes	Média	N	Respondentes Média
Respondente 1	2,6	1	Respondente 3 1,6
Respondente 2	3	2	Respondente 1 2,6
Respondente 3	1,6	3	Respondente 2 3
Respondente 4	3,6	4	Respondente 4 3,6
Respondente 5	3,6	5	Respondente 5 3,6

Escolha a quantidade para o grupo inferior:    FALSO  
Sugestão: 1 respondentes (20,00%)

Escolha a quantidade para o grupo superior:    FALSO  
Sugestão: 1 respondentes (20,00%)

CONCLUIR  
AJUDA

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao apertar concluir, a planilha aponta a nota de discriminação (IDI) de cada item para o usuário visualizar. Com a etapa 1 completa, é possível seguir para a etapa 2, Regras Fuzzy.

Figura A9 – Aba para criação das Regras Fuzzy



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura A10 – Possíveis regras geradas

SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	M	
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	M	<input type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	SG	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	SL	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	L	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	G	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	SG	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	SL	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	L	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	M	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	G	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	L	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	SG	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	SL	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	L	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	M	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	G	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	SG	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	L	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	M	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	SG	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	SL	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	M	<input type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	G	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	M	E	D	É	G	ENTÃO	RA	É	SG	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	G	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	SL	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	G	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	M	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	G	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	G	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	G	E	D	É	L	ENTÃO	RA	É	SG	<input checked="" type="checkbox"/>
SE	O	É	SD	E	V	É	G	E	D	É	M	ENTÃO	RA	É	SL	<input type="checkbox"/>

Fonte: Elaborado pelo autor

Na etapa de número 2 a planilha permite ao usuário clicar no botão “Gerar” para criar todas as

combinações de regras possíveis. Em seguida, manualmente o usuário escolhe as regras que vai utilizar ou não, descartando as restantes (linhas em cinza, na figura 13).

Já na terceira etapa, de agregação, o autor do estudo pode avaliar as regras automaticamente e obter o resultado de cada uma delas: a altura de truncamento gerada pela regra. É a etapa mais simples da planilha, sendo que o código calcula o mínimo dos valores obtidos nos antecedentes *fuzzyficados* pelas funções de pertinência das respectivas variáveis linguísticas atreladas às regras. A última etapa é a de *desfuzzyficação*, onde o programa une todos os resultados obtidos pelas regras, aplicando a função de máximo para cada função de pertinência de saída e ao final, calculando o centro de gravidade (COG) da área de truncamento final. Para cada item haverá 5 valores de saída correspondendo à nova nota de cada resposta da Escala Likert, tratada por Lógica Difusa. Na etapa de *desfuzzyficação* o autor do estudo tem acesso a uma tabela gerada que lista os itens, suas notas de opinião dos respondentes, validade, discriminação, desvio padrão e média da Escala Likert tradicional comparada com a *Fuzzy*, semelhante ao efetuado por Vonglao (2017).

## APÊNDICE B - CPs medidos por item

Nº QUESTÃO	SENTENÇA E CPs MEDIDOS
<b>Q01</b>	<b>Com que frequência é possível aplicar todos os conhecimentos dos cursos AVSEC, sem exceção, no canal de inspeção?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q02</b>	<b>Com que frequência observo deficiências na aplicação dos procedimentos de inspeção?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q04</b>	<b>Com que frequência minha atenção diminui no controle do fluxo devido à reposição da bandeja ou à necessidade de ser cordial com os passageiros (dentre outros)?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q07</b>	<b>Com que frequência é possível cumprir todos os procedimentos AVSEC quando há grande movimentação de passageiros?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q08</b>	<b>Com que frequência sou pressionado a simplificar os procedimentos de segurança para evitar filas, principalmente nos horários de grande movimentação de passageiros?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q10</b>	<b>Com que frequência utilizo o celular quando estou operando o equipamento de Raios-X?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q12</b>	<b>Com que frequência me coloco no lugar do passageiro e simplifico o processo de inspeção de segurança AVSEC?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q13</b>	<b>Com que frequência permito o acesso de um item à ARS, mesmo havendo dúvida durante a inspeção no equipamento de raios-x sobre a existência de objetos proibidos?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q15</b>	<b>Quando estou responsável pela inspeção com o detector manual de metais, com que frequência eu libero o acesso do passageiro mesmo quando o detector insiste em acionar o alerta sonoro (quando o objeto parece não gerar perigo)?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q17</b>	<b>Com base em minhas experiências, com que frequência realizo atividades não previstas nos procedimentos do posto de trabalho?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q18</b>	<b>Com que frequência simplifico o processo de inspeção de segurança de passageiros com deficiências, mobilidade reduzida ou de pais acompanhados de bebês recém-nascidos?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q19</b>	<b>No horário de grande movimentação de passageiros no canal de inspeção, qual é o nível da minha concentração no trabalho, mesmo com barulho excessivo?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q21</b>	<b>Qual é o meu nível de atenção quando estou operando o equipamento de Raios-X em condições normais?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q22</b>	<b>Qual é a precisão que tenho ao interpretar a coloração característica de um objeto projetado no Raios-X?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q23</b>	<b>Qual é o meu nível de precisão na identificação de itens proibidos quando realizo inspeção com detector manual de metais?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q24</b>	<b>Qual é o meu nível de precisão na identificação de itens proibidos quando realizo busca pessoal (revista)?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q25</b>	<b>Qual é o meu nível de atenção no canal de inspeção quando estou estressado por causa da rotina de trabalho?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q26</b>	<b>Qual o meu nível de atenção no equipamento de Raios-X quando celebridades (artistas) acessam o canal de inspeção?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q27</b>	<b>Qual é o meu nível de atenção no trabalho quando estou estressado por motivos pessoais?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.

Nº QUESTÃO	SENTENÇA E CPs MEDIDOS (continuação)
<b>Q28</b>	<b>Qual é o meu nível de atenção no trabalho quando tenho problemas familiares?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q29</b>	<b>Em que nível me sinto capaz para realizar busca pessoal (revista)?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q30</b>	<b>Qual é o meu nível de conhecimento sobre os procedimentos de realização de busca pessoal (revista)?</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q31</b>	<b>O trabalho que executo é importante para mim.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q32</b>	<b>O trabalho que desempenho é importante para a sociedade.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q33</b>	<b>O trabalho que executo é valorizado pela organização.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Fatores Organizacionais e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q34</b>	<b>O trabalho que executo é temporário para mim.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Fatores Organizacionais e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q35</b>	<b>Trabalho com AVSEC por falta de outras oportunidades de emprego.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Fatores Organizacionais e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q37</b>	<b>A permanência na carreira AVSEC é algo que desejo.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Fatores Organizacionais e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q38</b>	<b>O salário dos profissionais AVSEC me motiva a continuar nesta carreira.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Fatores Organizacionais e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q41</b>	<b>A rotatividade de profissionais AVSEC que trabalham no canal de inspeção afeta diretamente o meu trabalho.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q42</b>	<b>Os treinamentos em AVSEC são importantes para minha motivação no trabalho.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q43</b>	<b>Os treinamentos AVSEC que eu recebo me tornam apto para o trabalho no canal de inspeção.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q44</b>	<b>A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato dos profissionais não receberem uma formação adequada em AVSEC.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q45</b>	<b>A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato de não ser disponibilizado um curso adequado de atualização AVSEC.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q46</b>	<b>A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato dos profissionais não serem supervisionados corretamente pelo operador do aeródromo e/ou polícia responsável pela AVSEC no aeroporto.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q47</b>	<b>A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é consequência da grande movimentação de passageiros do aeroporto que trabalho.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q48</b>	<b>A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é porque os gestores não passam instruções objetivas de trabalho.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q49</b>	<b>A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato de não ter disponível equipamentos em bom estado de conservação.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.



<b>Nº QUESTÃO</b>	<b>SENTENÇA E CPs MEDIDOS (conclusão)</b>
<b>Q51</b>	<b>Eu me sinto à vontade para relatar falhas ou equívocos que ocorrem no canal de inspeção.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q52</b>	<b>São disponibilizados recursos materiais para a execução do meu trabalho, tais como detector manual de metais, equipamentos de raios-x, esteira de processamento de bagagem, cadeira e monitores.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q53</b>	<b>Os recursos materiais disponibilizados para a execução do meu trabalho estão em perfeitas condições de uso, tais como detector manual de metais, equipamentos de raios-x, esteira de processamento de bagagem, cadeira e monitores.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais, Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q54</b>	<b>Eu me sinto apoiado pela polícia responsável pela AVSEC no aeroporto ou pela administração aeroportuária para desempenhar o meu trabalho no canal de inspeção.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Fatores Organizacionais e Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.
<b>Q55</b>	<b>O ruído no canal de inspeção afeta meu desempenho.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q56</b>	<b>A temperatura no canal de inspeção afeta meu desempenho.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC.
<b>Q60</b>	<b>A proximidade da data do exame de certificação da ANAC afeta negativamente meu comportamento e desempenho no trabalho.</b>
Componentes Principais Medidos	Precisão Procedimental e Importância do Trabalho, Entorno Operacional e Equívocos no canal de inspeção, Deficiências e simplificação dos procedimentos de segurança, Concentração e Níveis de Atenção, Fatores Organizacionais e Aplicação e Cumprimento dos Procedimentos AVSEC, Aspectos relacionados à Permanência na Carreira AVSEC.

**APÊNDICE C - Valores de pertinência de cada item para cada variável linguística**

		<b>Q01</b>	<b>Q02</b>	<b>Q04</b>	<b>Q07</b>	<b>Q08</b>	<b>Q10</b>	<b>Q12</b>	<b>Q13</b>	<b>Q15</b>
<b>Variáveis de Entrada</b>	Opinião dos respondentes	3,65	3,37	3,88	3,88	3,27	4,76	3,74	4,70	4,55
	Validade	0,74	0,53	0,49	0,69	0,44	0,56	0,44	0,70	0,61
	Discriminação	0,32	0,60	0,34	0,43	0,55	0,13	0,42	0,22	0,25
<b>Pertinência Opinião dos respondentes (O)</b>	SD	0,05	0,07	0,04	0,04	0,08	0,02	0,05	0,02	0,02
	D	0,18	0,28	0,13	0,13	0,33	0,05	0,16	0,05	0,06
	NN	0,78	0,95	0,59	0,59	0,98	0,15	0,71	0,17	0,21
	A	0,96	0,80	1,00	1,00	0,72	0,69	0,98	0,74	0,86
	SA	0,29	0,19	0,42	0,42	0,16	0,99	0,33	0,97	0,92
<b>Pertinência Validade (V)</b>	L	0,00	1,00	1,00	0,34	1,00	1,00	1,00	0,24	0,89
	M	0,98	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,76	0,11
	G	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Pertinência Discriminação (D)</b>	L	0,56	0,00	0,48	0,16	0,00	1,00	0,19	0,91	0,80
	M	0,44	0,53	0,52	0,84	0,73	0,00	0,81	0,09	0,20
	G	0,00	0,47	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
		<b>Q17</b>	<b>Q18</b>	<b>Q19</b>	<b>Q21</b>	<b>Q22</b>	<b>Q23</b>	<b>Q24</b>	<b>Q25</b>	<b>Q26</b>
<b>Variáveis de Entrada</b>	Opinião dos respondentes	4,33	3,99	4,23	4,58	4,38	4,40	4,50	3,69	4,32
	Validade	0,36	0,46	0,74	0,60	0,83	0,79	0,58	0,66	0,68
	Discriminação	0,38	0,45	0,40	0,26	0,27	0,31	0,28	0,47	0,32
<b>Pertinência Opinião dos respondentes (O)</b>	SD	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,03
	D	0,07	0,11	0,08	0,05	0,07	0,07	0,06	0,17	0,07
	NN	0,30	0,51	0,35	0,20	0,27	0,27	0,23	0,75	0,30
	A	0,96	1,00	0,99	0,84	0,95	0,94	0,89	0,97	0,97
	SA	0,77	0,49	0,69	0,93	0,81	0,82	0,89	0,31	0,76
<b>Pertinência Validade (V)</b>	L	1,00	1,00	0,00	0,97	0,00	0,00	1,00	0,58	0,38
	M	0,00	0,00	0,92	0,03	0,27	0,54	0,00	0,42	0,62
	G	0,00	0,00	0,08	0,00	0,73	0,46	0,00	0,00	0,00
<b>Pertinência Discriminação (D)</b>	L	0,34	0,08	0,26	0,76	0,75	0,59	0,70	0,01	0,56
	M	0,66	0,92	0,74	0,24	0,25	0,41	0,30	0,99	0,44
	G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		<b>Q27</b>	<b>Q28</b>	<b>Q29</b>	<b>Q30</b>	<b>Q31</b>	<b>Q32</b>	<b>Q33</b>	<b>Q34</b>	<b>Q35</b>
<b>Variáveis de Entrada</b>	Opinião dos respondentes	3,97	3,87	4,37	4,39	4,49	4,73	2,81	3,50	3,94
	Validade	0,59	0,55	0,61	0,55	0,22	0,00	0,20	0,06	0,00
	Discriminação	0,45	0,48	0,35	0,27	0,15	0,12	0,45	0,32	0,45
<b>Pertinência Opinião dos respondentes (O)</b>	SD	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,14	0,06	0,04
	D	0,12	0,13	0,07	0,07	0,06	0,05	0,65	0,23	0,12
	NN	0,52	0,60	0,28	0,27	0,23	0,16	0,99	0,89	0,54
	A	1,00	1,00	0,95	0,95	0,90	0,72	0,37	0,89	1,00
	SA	0,48	0,41	0,80	0,81	0,88	0,98	0,09	0,23	0,46

		Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35
<b>Pertinência Validade (V)</b>	L	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	M	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Pertinência Discriminação (D)</b>	L	0,07	0,00	0,44	0,73	1,00	1,00	0,07	0,54	0,07
	M	0,93	0,97	0,56	0,27	0,00	0,00	0,93	0,46	0,93
	G	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q37	Q38	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47
<b>Variáveis de Entrada</b>	Opinião dos respondentes	3,49	2,21	3,02	3,91	4,18	3,22	3,41	3,38	3,31
	Validade	0,19	0,00	0,75	0,40	0,59	0,80	0,66	0,66	0,57
	Discriminação	0,43	0,16	0,45	0,38	0,37	0,48	0,59	0,57	0,47
<b>Pertinência Opinião dos respondentes (O)</b>	SD	0,06	0,36	0,11	0,04	0,03	0,08	0,07	0,07	0,08
	D	0,23	0,99	0,48	0,12	0,09	0,35	0,26	0,28	0,31
	NN	0,89	0,67	1,00	0,57	0,38	0,99	0,94	0,95	0,97
	A	0,88	0,15	0,52	1,00	0,99	0,68	0,83	0,81	0,75
	SA	0,23	0,04	0,11	0,44	0,65	0,15	0,20	0,19	0,17
<b>Pertinência Validade (V)</b>	L	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,57	0,57	1,00
	M	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,48	0,43	0,43	0,00
	G	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00
<b>Pertinência Discriminação (D)</b>	L	0,16	1,00	0,08	0,32	0,35	0,00	0,00	0,00	0,01
	M	0,84	0,00	0,92	0,68	0,65	0,97	0,55	0,63	0,99
	G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,45	0,37	0,00
		Q48	Q49	Q51	Q52	Q53	Q54	Q55	Q56	Q60
<b>Variáveis de Entrada</b>	Opinião dos respondentes	3,31	3,20	3,06	3,86	3,06	3,00	3,19	2,59	3,39
	Validade	0,57	0,43	0,71	0,63	0,49	0,05	0,61	0,56	0,46
	Discriminação	0,61	0,62	0,29	0,30	0,39	0,38	0,50	0,36	0,50
<b>Pertinência Opinião dos respondentes (O)</b>	SD	0,08	0,09	0,10	0,04	0,10	0,11	0,09	0,20	0,07
	D	0,31	0,37	0,45	0,14	0,46	0,50	0,37	0,83	0,27
	NN	0,97	0,99	1,00	0,61	1,00	1,00	0,99	0,94	0,94
	A	0,75	0,66	0,55	1,00	0,55	0,50	0,65	0,26	0,82
	SA	0,17	0,15	0,12	0,40	0,12	0,11	0,14	0,07	0,19
<b>Pertinência Validade (V)</b>	L	1,00	1,00	0,14	0,78	1,00	1,00	0,91	1,00	1,00
	M	0,00	0,00	0,86	0,22	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
	G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Pertinência Discriminação (D)</b>	L	0,00	0,00	0,65	0,62	0,28	0,34	0,00	0,40	0,00
	M	0,50	0,47	0,35	0,38	0,72	0,66	0,89	0,60	0,90
	G	0,50	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,10



Opinião dos respondentes (O)	Validade (V)	Discriminação (R)	Resposta adequada (T)	Q37	Q38	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47
SD	L	L	L	0,08	0,12	0,08	0,08	0,08	0,11	0,11	0,11	0,01
SD	L	L	M	0,08	0,12	0,08	0,08	0,08	0,11	0,11	0,11	0,01
SD	L	L	G	0,08	0,12	0,08	0,08	0,08	0,11	0,11	0,11	0,01
SD	M	G	L	0,08	0,12	0,10	0,08	0,08	0,03	0,11	0,11	0,07
SD	G	M	SL	0,08	0,12	0,10	0,08	0,08	0,11	0,11	0,11	0,07
SD	G	G	SL	0,08	0,12	0,10	0,08	0,08	0,03	0,11	0,11	0,07
D	L	L	L	0,16	0,53	0,08	0,32	0,34	0,49	0,47	0,48	0,01
D	L	L	M	0,16	0,53	0,08	0,32	0,34	0,49	0,47	0,48	0,01
D	L	L	G	0,16	0,53	0,08	0,32	0,34	0,49	0,47	0,48	0,01
D	M	G	L	0,36	0,53	0,42	0,36	0,34	0,03	0,43	0,37	0,27
D	G	L	L	0,16	0,53	0,08	0,32	0,34	0,49	0,47	0,48	0,01
D	G	M	L	0,36	0,53	0,13	0,36	0,34	0,49	0,47	0,48	0,27
D	G	G	L	0,36	0,53	0,13	0,36	0,34	0,03	0,45	0,37	0,27
NN	L	L	L	0,16	1,00	0,08	0,32	0,35	1,00	0,57	0,57	0,01
NN	L	L	M	0,16	1,00	0,08	0,32	0,35	1,00	0,57	0,57	0,01
NN	L	L	G	0,16	1,00	0,08	0,32	0,35	1,00	0,57	0,57	0,01
NN	M	G	M	0,99	1,00	0,87	0,99	0,99	0,03	0,43	0,37	0,94
NN	G	L	M	0,16	1,00	0,08	0,32	0,35	0,52	1,00	1,00	0,01
NN	G	M	M	0,84	1,00	0,13	0,68	0,65	0,52	0,55	0,63	0,94
NN	G	G	M	0,99	1,00	0,13	0,99	0,99	0,03	0,45	0,37	0,94
A	L	L	L	0,16	0,47	0,08	0,32	0,35	0,51	0,53	0,52	0,01
A	L	L	M	0,16	0,47	0,08	0,32	0,35	0,51	0,53	0,52	0,01
A	L	L	G	0,16	0,47	0,08	0,32	0,35	0,51	0,53	0,52	0,01
A	M	G	G	0,67	0,47	0,59	0,68	0,70	0,03	0,43	0,37	0,82
A	G	L	G	0,16	0,47	0,08	0,32	0,35	0,51	0,53	0,52	0,01
A	G	M	G	0,67	0,47	0,13	0,68	0,65	0,51	0,53	0,52	0,82
A	G	G	G	0,67	0,47	0,13	0,68	0,70	0,03	0,45	0,37	0,82
SA	L	L	L	0,15	0,11	0,08	0,15	0,16	0,11	0,12	0,12	0,01
SA	L	L	M	0,15	0,11	0,08	0,15	0,16	0,11	0,12	0,12	0,01
SA	L	L	G	0,15	0,11	0,08	0,15	0,16	0,11	0,12	0,12	0,01
SA	M	G	G	0,15	0,11	0,13	0,15	0,16	0,03	0,12	0,12	0,20
SA	G	M	SG	0,15	0,11	0,13	0,15	0,16	0,11	0,12	0,12	0,20
SA	G	G	SG	0,15	0,11	0,13	0,15	0,16	0,03	0,12	0,12	0,20
Opinião dos respondentes (O)	Validade (V)	Discriminação (R)	Resposta adequada (T)	Q48	Q49	Q51	Q52	Q53	Q54	Q55	Q56	Q60
SD	L	L	L	0,09	0,10	0,13	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
SD	L	L	M	0,09	0,10	0,13	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
SD	L	L	G	0,09	0,10	0,13	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
SD	M	G	L	0,09	0,10	0,13	0,08	0,10	0,10	0,09	0,11	0,10
SD	G	M	SL	0,09	0,10	0,13	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
SD	G	G	SL	0,09	0,10	0,13	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10
D	L	L	L	0,38	0,42	0,14	0,36	0,28	0,34	0,49	0,40	0,47
D	L	L	M	0,38	0,42	0,14	0,36	0,28	0,34	0,49	0,40	0,47
D	L	L	G	0,38	0,42	0,14	0,36	0,28	0,34	0,49	0,40	0,47
D	M	G	L	0,38	0,42	0,59	0,22	0,46	0,42	0,09	0,52	0,10
D	G	L	L	0,38	0,42	0,59	0,36	0,28	0,34	0,49	0,40	0,47
D	G	M	L	0,38	0,42	0,35	0,36	0,46	0,42	0,49	0,52	0,47
D	G	G	L	0,38	0,42	0,59	0,36	0,46	0,42	0,11	0,52	0,10
NN	L	L	L	0,99	1,00	0,14	0,62	0,28	0,34	0,91	0,40	1,00
NN	L	L	M	0,99	1,00	0,14	0,62	0,28	0,34	0,91	0,40	1,00
NN	L	L	G	0,99	1,00	0,14	0,62	0,28	0,34	0,91	0,40	1,00
NN	M	G	M	0,50	0,53	0,86	0,22	1,00	1,00	0,09	1,00	0,10
NN	G	L	M	0,99	1,00	0,65	0,62	0,28	0,34	1,00	0,40	1,00
NN	G	M	M	0,50	0,47	0,35	0,38	0,72	0,66	0,89	0,60	0,90
NN	G	M	M	0,50	0,53	1,00	0,99	1,00	1,00	0,11	1,00	0,10
A	L	L	L	0,65	0,59	0,14	0,62	0,28	0,34	0,51	0,40	0,53
A	L	L	M	0,65	0,59	0,14	0,62	0,28	0,34	0,51	0,40	0,53
A	L	L	G	0,65	0,59	0,14	0,62	0,28	0,34	0,51	0,40	0,53
A	M	G	G	0,50	0,53	0,42	0,22	0,54	0,58	0,09	0,48	0,10
A	G	L	G	0,65	0,59	0,42	0,62	0,28	0,34	0,51	0,40	0,53
A	G	M	G	0,50	0,47	0,35	0,38	0,54	0,58	0,51	0,48	0,53
A	G	G	G	0,50	0,53	0,42	0,67	0,54	0,58	0,11	0,48	0,10
SA	L	L	L	0,14	0,13	0,10	0,15	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12
SA	L	L	M	0,14	0,13	0,10	0,15	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12
SA	L	L	G	0,14	0,13	0,10	0,15	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12
SA	M	G	G	0,14	0,13	0,10	0,15	0,12	0,13	0,09	0,11	0,10
SA	G	M	SG	0,14	0,13	0,10	0,15	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12
SA	G	G	SG	0,14	0,13	0,10	0,15	0,12	0,13	0,11	0,11	0,10

## APÊNDICE E - Código em JavaScript para cálculo do COG

```
function COG(){
    var ss = SpreadsheetApp.getActive();
    var sheet = ss.getActiveSheet();
    var numberitems = sheet.getRange("G15").getValue();
    var range = sheet.getRange("G14").getValue();

    range = sheet.getRange(range).getValues();

    for(var i=0;i<numberitems;i++){
        var areatotal = 0;
        var area = [];
        var areai = [];
        var COGsP = ["x1",2,3,4,"x2"];
        var COGsI = [1.5,2.5,3.5,4.5];
        var SomaCOGs = 0;

        for(var j=0;j<5;j++){
            var h = range[j][i];

            //PRINCIPAIS
            if(j==0 | j==4){
                if(h > 0.5){
                    area[j] = 1.25 - (((h**2) - 4*h+3)/2);
                    var arearet = -(h**2) + 2.5*h - 1;
                    var areatri = ((h**2) - 0.5*h + 0.25)/2;
                    var COGinternos = [[(2 - h)/2,2 - h + ((h -
0.5)/3),0.633333333],[0,0,0],[0,0,0],[0,0,0],[(10 +
h)/2,(12.5 + 2*h)/3,5.366666666666]];

                    COGsP[j] = (arearet*(COGinternos[j][0]) +
areatri*(COGinternos[j][1]) +
0.875*COGinternos[j][2])/area[j];

                } else if(h > 0) {
```

```

        area[j] = h+(h**2)/2;
        var COGinternos = [[0.5,(1 +
h/3)],[0,0],[0,0],[0,0],[5.5,(5-(h/3))]];

        COGsP[j] = (COGinternos[j][0]*h +
((h**2)/2)*COGinternos[j][1])/area[j];

    } else{
        area[j] = 0;
        COGsP[j] = 0;
    }

} else{

    if(h > 0.5){
        area[j] = -(h**2)+2*h-0.5;
    } else {
        area[j] = h**2;
    }
}
areatotal += area[j];
SomaCOGs += area[j]*COGsP[j];
}

```

//INTERSECÇÕES

```

var hi1 = Math.max(range[0][i], range[1][i]);
var hi2 = Math.max(range[1][i], range[2][i]);
var hi3 = Math.max(range[2][i], range[3][i]);
var hi4 = Math.max(range[3][i], range[4][i]);

var his = [hi1,hi2,hi3,hi4];

for(var j=0;j<4;j++){
    if(his[j]>0.5){

```

```

        areai[j] = 0.25;
    } else {
        areai[j] = -(his[j]**2)+his[j];
    }
    areatotal += areai[j];
    SomaCOGs += areai[j]*COGsI[j];
}

//RESULTADO
var COGFINAL = SomaCOGs/areatotal;
if(areatotal > 0){
    sheet.getRange(9,i+3).setValue(COGFINAL);
} else {
    sheet.getRange(9,i+3).setValue("Nenhum Resultado
Obtido");
}
}
}
}

```



## **ANEXO**

## ANEXO A - Questões de Arcúrio (2014)

### ESCALA DE FREQUÊNCIA

1 NUNCA	2 ÀS VEZES	3 FREQUENTEMENTE	4 NA MAIORIA DAS VEZES	5 SEMPRE
1. Com que frequência é possível aplicar todos os conhecimentos dos cursos AVSEC, sem exceção, no canal de inspeção? ( <i>força da regra/ redundância/sobrecarga de informações</i> )				1 2 3 4 5
2. Com que frequência observo deficiências na aplicação dos procedimentos de inspeção? ( <i>deficiências na ação</i> )				1 2 3 4 5
3. Com que frequência percebo que fiz um procedimento AVSEC equivocado e busco corrigir? ( <i>deficiências na ação/percepção confusa</i> )				1 2 3 4 5
4. Com que frequência minha atenção diminui no controle do fluxo devido à reposição da bandeja ou à necessidade de ser cordial com os passageiros (dentre outros)? ( <i>falta de atenção ou deslizos de dupla captação</i> )				1 2 3 4 5
5. Se estou no controle de fluxo, em horário de grande movimentação de passageiros, com que frequência eu aviso o colega que está operando o equipamento de Raios-x, com intuito de alertá-lo sobre a situação das filas? ( <i>omissão por interrupção/ DOC 9808 operadores – cultura de segurança/entorno operacional</i> )				1 2 3 4 5
6. Com que frequência sou capaz de identificar que o alarme sonoro do pórtico acionado é do canal de inspeção que estou trabalhando (em horário de grande movimento de passageiros)? ( <i>erros provocados por interferências</i> )				1 2 3 4 5
7. Com que frequência é possível cumprir todos os procedimentos AVSEC quando há grande movimentação de passageiros? ( <i>erros provocados por interferências</i> )				1 2 3 4 5
8. Com que frequência sou pressionado a simplificar os procedimentos de segurança para evitar filas, principalmente nos horários de grande movimentação de passageiros? ( <i>excesso de confiança/sobrecarga de informação</i> )				1 2 3 4 5
9. Com que frequência é possível cumprir todos os procedimentos AVSEC quando há grande movimento de passageiros? ( <i>erros provocados por interferências</i> )				1 2 3 4 5
10. Com que frequência utilizo o celular quando estou operando o equipamento de Raios-X? ( <i>erros provocados por interferências</i> )				1 2 3 4 5
11. Com que frequência cumpro os requisitos de inspeção de segurança quando se trata de autoridades? ( <i>primeiras exceções/regras desajustadas</i> )				1 2 3 4 5
12. Com que frequência me coloco no lugar do passageiro e simplifico o processo de inspeção de segurança AVSEC? ( <i>efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade</i> )				1 2 3 4 5
13. Com que frequência permito o acesso de um item à ARS, mesmo havendo dúvida durante a inspeção no equipamento de raios-x sobre a existência de objetos proibidos? ( <i>excesso de confiança</i> )				1 2 3 4 5
14. Se estou operando o equipamento de Raios-X, com que frequência sinalizo que preciso ficar atento quando um colega conversa comigo? ( <i>erros provocados por interferências</i> )				1 2 3 4 5
15. Quando estou responsável pela inspeção com o detector manual de metais, com que frequência eu libero o acesso do passageiro mesmo quando o detector insiste em acionar o alerta sonoro (quando o objeto parece não gerar perigo)? ( <i>redundância/efeito de halo</i> )				1 2 3 4 5
16. Com que frequência a minha experiência em AVSEC prevalece sobre os procedimentos previstos na regulamentação da ANAC? ( <i>olhos que não vêem, coração que não sente/ excesso de confiança</i> )				1 2 3 4 5
17. Com base em minhas experiências, com que frequência realizo atividades não previstas nos procedimentos do posto de trabalho? ( <i>olhos que não vêem, coração que não sente/excesso de confiança</i> )				1 2 3 4 5
18. Com que frequência simplifico o processo de inspeção de segurança de passageiros com deficiências, mobilidade reduzida ou de pais acompanhados de bebês recém-nascidos? ( <i>efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade</i> )				1 2 3 4 5

Nesta etapa, utilize a seguinte escala de referência:

**NÍVEL DE INTENSIDADE**

1 NENHUM	2 BAIXO	3 MEDIANO	4 ELEVADO	5 TOTAL
-------------	------------	--------------	--------------	------------

19. No horário de grande movimentação de passageiros no canal de inspeção, qual é o nível da minha concentração no trabalho, mesmo com barulho excessivo? <i>(omissão por interrupção)</i>	1	2	3	4	5
20. Se estou operando o Raios-X e um colega insiste em conversar comigo, qual é o meu nível de atenção na identificação de algo proibido ou de acesso controlado? <i>(omissão por interrupção)</i>	1	2	3	4	5
21. Qual é o meu nível de atenção quando estou operando o equipamento de Raios-X em condições normais? <i>(percepção confusa)</i>	1	2	3	4	5
22. Qual é a precisão que tenho ao interpretar a coloração característica de um objeto projetado no Raios-X? <i>(percepção confusa)</i>	1	2	3	4	5
23. Qual é o meu nível de precisão na identificação de itens proibidos quando realizo inspeção com detector manual de metais? <i>(deficiências na ação)</i>	1	2	3	4	5
24. Qual é o meu nível de precisão na identificação de itens proibidos quando realizo busca pessoal (revista)? <i>(dificuldades na codificação)</i>	1	2	3	4	5
25. Qual é o meu nível de atenção no canal de inspeção quando estou estressado por causa da rotina de trabalho? <i>(falta de atenção ou deslizes de dupla captação)</i>	1	2	3	4	5
26. Qual o meu nível de atenção no equipamento de Raios-X quando celebridades (artistas) acessam o canal de inspeção? <i>(efeito de halo/olhos que não vêem, coração que não sente/problemas com causalidade)</i>	1	2	3	4	5
27. Qual é o meu nível de atenção no trabalho quando estou estressado por motivos pessoais? <i>(falta de atenção ou deslizes de dupla captação)</i>	1	2	3	4	5
28. Qual é o meu nível de atenção no trabalho quando tenho problemas familiares? <i>(falta de atenção ou deslizes de dupla captação)</i>	1	2	3	4	5
29. Em que nível me sinto capaz para realizar busca pessoal (revista)? <i>(excesso de confiança e DOC 9808 - instrução)</i>	1	2	3	4	5
30. Qual é o meu nível de conhecimento sobre os procedimentos de realização de busca pessoal (revista)? <i>(excesso de confiança e DOC 9808 - instrução)</i>	1	2	3	4	5

Na última etapa, foram listados **aspectos que possivelmente fazem parte do contexto real de trabalho** de um profissional AVSEC que atua no canal de inspeção de passageiros.

Assim, considerando seu contexto real de trabalho, **circule** o número à direita de cada questão que melhor indique o seu **grau de concordância** com as frases escritas.

Para fornecer suas respostas, por favor, utilize os seguintes códigos:

<b>1</b> DISCORDO TOTALMENTE	<b>2</b> DISCORDO	<b>3</b> NÃO CONCORDO NEM DISCORDO	<b>4</b> CONCORDO	<b>5</b> CONCORDO TOTALMENTE
------------------------------------	----------------------	---	----------------------	------------------------------------

Lembre-se: quanto **maior o número, maior concordância** com a afirmação.

31. O trabalho que executo é importante para mim. (DOC 9808 – seleção/ retenção de pessoal)	1	2	3	4	5
32. O trabalho que desempenho é importante para a sociedade. (DOC 9808 - cultura de segurança)	1	2	3	4	5
33. O trabalho que executo é valorizado pela organização. (DOC 9808 - retenção de pessoal/cultura de segurança)	1	2	3	4	5
34. O trabalho que executo é temporário para mim. (DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção)	1	2	3	4	5
35. Trabalho com AVSEC por falta de outras oportunidades de emprego. (DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção)	1	2	3	4	5
36. Estou em busca de outro emprego para completar a renda, apesar de gostar de trabalhar com AVSEC. (DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção)	1	2	3	4	5
37. A permanência na carreira AVSEC é algo que desejo. (DOC 9808 - retenção de pessoal)	1	2	3	4	5
38. O salário dos profissionais AVSEC me motiva a continuar nesta carreira. (DOC 9808 - retenção de pessoal)	1	2	3	4	5
39. Há rotatividade de pessoal no aeroporto em que trabalho. (DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção)	1	2	3	4	5
40. Orientar algum colega novato é algo frequente no aeroporto em que trabalho. (DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção)	1	2	3	4	5
41. A rotatividade de profissionais AVSEC que trabalham no canal de inspeção afeta diretamente o meu trabalho. (DOC 9808 - retenção de pessoal/seleção)	1	2	3	4	5

<b>1</b> DISCORDO TOTALMENTE	<b>2</b> DISCORDO	<b>3</b> NÃO CONCORDO NEM DISCORDO	<b>4</b> CONCORDO	<b>5</b> CONCORDO TOTALMENTE
------------------------------------	----------------------	---	----------------------	------------------------------------

42. Os treinamentos em AVSEC são importantes para minha motivação no trabalho. (DOC 9808 - instrução)	1	2	3	4	5
43. Os treinamentos AVSEC que eu recebo me tornam apto para o trabalho no canal de inspeção. (DOC 9808 - instrução)	1	2	3	4	5
44. A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato dos profissionais não receberem uma formação adequada em AVSEC. (DOC 9808 - instrução)	1	2	3	4	5
45. A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato de não ser disponibilizado um curso adequado de atualização AVSEC. (DOC 9808 - instrução)	1	2	3	4	5

46. A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato dos profissionais não serem supervisionados corretamente pelo operador do aeródromo e/ou polícia responsável pela AVSEC no aeroporto. <i>(DOC 9808 - cultura de segurança/entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
47. A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é consequência da grande movimentação de passageiros do aeroporto que trabalho. <i>(erros provocados por interferências)</i>	1	2	3	4	5
48. A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é porque os gestores não passam instruções objetivas de trabalho. <i>(DOC 9808 – cultura de segurança/entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
49. A maior parte dos equívocos que ocorrem no canal de inspeção é pelo fato de não ter disponível equipamentos em bom estado de conservação. <i>(DOC 9808 – entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
50. Relatar equívocos e falhas que ocorrem no canal de inspeção por um meio não-punitivo é fundamental para orientar os profissionais AVSEC sobre como evitar falhas. <i>(DOC 9808 – cultura de segurança)</i>	1	2	3	4	5
51. Eu me sinto à vontade para relatar falhas ou equívocos que ocorrem no canal de inspeção. <i>(DOC 9808 – cultura de segurança)</i>	1	2	3	4	5
52. São disponibilizados recursos materiais para a execução do meu trabalho, tais como detector manual de metais, equipamentos de raios-x, esteira de processamento de bagagem, cadeira e monitores. <i>(DOC 9808 - entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
53. Os recursos materiais disponibilizados para a execução do meu trabalho estão em perfeitas condições de uso, tais como detector manual de metais, equipamentos de raios-x, esteira de processamento de bagagem, cadeira e monitores. <i>(DOC 9808 - entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
54. Eu me sinto apoiado pela polícia responsável pela AVSEC no aeroporto ou pela administração aeroportuária para desempenhar o meu trabalho no canal de inspeção. <i>(DOC 9808 – cultura de segurança/entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
55. O ruído no canal de inspeção afeta meu desempenho. <i>(DOC 9808 – entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
56. A temperatura no canal de inspeção afeta meu desempenho. <i>(DOC 9808 – entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
57. Quando minhas condições físicas não possibilitam a realização adequada das funções de APAC, sou afastado das minhas atividades ou tenho a opção de trabalhar em outra função. <i>(DOC 9808 cultura de segurança/entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
58. O local disponível para repouso e/ou alimentação inviabiliza o uso do tempo de intervalo da jornada de trabalho. <i>(DOC 9808 – cultura de segurança/entorno operacional)</i>	1	2	3	4	5
59. A proximidade da data do exame de certificação da ANAC eleva a minha atenção no desempenho do meu trabalho. <i>(DOC 9808 – certificação)</i>	1	2	3	4	5
60. A proximidade da data do exame de certificação da ANAC afeta negativamente meu comportamento e desempenho no trabalho. <i>(DOC 9808 – certificação)</i>	1	2	3	4	5

Por favor, no espaço abaixo, acrescente sugestões ou registre comentários adicionais que não foram contemplados nas questões anteriores, mas que você acredita que são importantes:

---



---



---



---



---



---

**Verifique se não deixou respostas em branco. Obrigada por sua contribuição!**