

# RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

## 1- Dados do relatório

**Título:** Auxílio na Tomada de Decisão na Liberação de Resultados de Exames de Glicemia utilizando a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$ .

**Descrição da finalidade ou resumo:** (até 50 palavras)

Esta dissertação utiliza o método da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$  para auxílio na tomada de decisão na etapa de liberação de exames de glicemia. Quando a automação não libera o resultado automaticamente, o biomédico precisa analisar, manualmente e tomar a decisão de liberar o resultado.

**Palavras-chave:** lógica paraconsistente; diabetes; análises clínicas; exame.

**Discente(s):** José Rodrigo Cabral

**Link para currículo lattes:** <http://lattes.cnpq.br/2053309427288715>

**Orientador:** Prof. Dr. Jair Minoro Abe.

**Link para currículo lattes:** <http://lattes.cnpq.br/0286125884999207>

**Demais Docente(s):**

**Dissertação ou Tese vinculada:** Auxílio na Tomada de Decisão na Liberação de Resultados de Exames de Glicemia utilizando a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$ .

**Área de Concentração:** Gestão de Sistemas de Operação.

**Linha de Pesquisa:** Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção.

**Grupo de pesquisa:** Lógica Paraconsistente e Inteligência Artificial.

**Financiamento:** CAPES.

**Direito de Acesso:** Sim.

**Contato (nome) no PPGE:** Marcia

e-mail: [ppgep@unip.br](mailto:ppgep@unip.br)

Telefone: (11) 5586-4145

**Tipificação da Produção Técnica:**

A Produção técnica é constituída pelo próprio produto? ( ) SIM; ( X ) NÃO

Se NÃO, qual o grau de contribuição diretamente aplicada ao produto:

( ) Excepcional; ( X ) Incremental; ( ) Residual

**Avanços tecnológicos:** (até 50 palavras)

Auxiliar a tomada de decisão na liberação de resultados de exames de glicemia. Opta-se pelo uso da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$  como forma de melhoria no processo de decisão de liberação de exames a partir do algoritmo Para-Analisador, gerando maior precisão e agilidade nos resultados obtidos.

#### **Grau de novidade**

- Produção com alto teor inovativo: Desenvolvimento com base em conhecimento inédito;
- Produção com médio teor inovativo: Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos;
- Produção com baixo teor inovativo: Adaptação de conhecimento existente;
- Produção sem inovação aparente: Produção técnica.

#### **Conexão com a Produção Científica**

Relacione os artigos publicados apenas em periódicos que estão correlacionados a esta produção:

a) **Título:** ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SOBRE LÓGICA PARACONSISTENTE ENTRE 2017 E 2021.

Periódico: 30ª edição do Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP).

Outros dados: ano 2023; vol 30 edição; páginas.

b) **Título:** STAGES OF THE GLYCEMIA TESTING PROCESS AND DECISION-MAKING SUPPORT IN THE RELEASE OF RESULTS FROM A CLINICAL ANALYSIS LABORATORY USING PARACONSISTENT ANNOTATED EVIDENTIAL LOGIC  $E_{\tau}$ .

Periódico: UMTEB – XIII International Scientific Research Congress.

Outros dados: ano 2023; vol 13 Edição; páginas 659 - 666.

c) **Título:** A IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS PARA O PROCESSO DE LIBERAÇÃO DE RESULTADO DE EXAME DE GLICEMIA DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS COM AUXÍLIO DA LÓGICA PARACONSISTENTE NOTADA EVIDENCIAL  $E_{\tau}$

Periódico: Research, Society and Development.

Outros dados: ano2023; vol 12; páginas e105121244049 - e105121244049; doi <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i12.44049>.

#### **Situação atual da Produção:**

Piloto/Protótipo  Em teste  Finalizado/implantado para empresa/organização

#### **Empresa ou organização participante**

Endereço: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Contato na Empresa/Organização cliente:

Nome: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_ Tel. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

#### **Documentos Anexados (em PDF)**

Declaração emitida pela organização cliente

Outro: \_\_\_\_\_

## 2- Componentes textuais sugeridos para RTC

### 2.1 INTRODUÇÃO

A *Diabetes Mellitus* é uma enfermidade em expansão global, especialmente nos países em desenvolvimento, conforme evidenciado por levantamentos da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) em 2021. Cerca de 80% dos novos casos mundiais têm origem nesses países, corroborando dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) de 2006. Em 2000, a OMS estimou aproximadamente 177 milhões de indivíduos afetados, projetando um aumento para 350 milhões até 2025.

O "Caderno de Atenção Básica," elaborado pelo Ministério da Saúde brasileiro em 2006, salienta que a Diabetes não é apenas uma questão física, mas também um desafio social. Com uma taxa de mortalidade de 9%, a doença acarreta limitações que variam desde complicações cardiovasculares e diálise por insuficiência renal crônica até procedimentos cirúrgicos para amputação de membros inferiores. A cegueira irreversível é outra consequência impactante, com risco quatro vezes maior em diagnósticos tardios e incompletos, afetando diretamente a qualidade de vida de pacientes e familiares.

Um aspecto crucial na prevenção e detecção da Diabetes é o exame clínico laboratorial, cuja realização e coleta são simples. No entanto, a discrepância na análise dos resultados entre a rede pública e privada é notável. Na rede privada, a média de resposta varia entre três e 24 horas, enquanto na pública pode demorar até sete dias, influenciada pela diferença no número de profissionais e equipamentos disponíveis.

Em ambas as redes, obstáculos como falta de reagentes, escassez de mão de obra e equipamentos defeituosos contribuem para diagnósticos tardios. Destaca-se a necessidade de intervenção humana em momentos específicos do processamento automático, especialmente diante de problemas nas amostras coletadas ou variações significativas nos dados em relação às métricas estabelecidas.

Esta pesquisa visa compreender os pontos sensíveis do processamento de exames de Diabetes em um laboratório privado em Ribeirão Preto/SP, identificando oportunidades de aprimoramento para acelerar a liberação dos resultados. Para isso, adotará a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$ , um método que facilita a tomada de decisões.

Além disso, o trabalho busca discutir os processos analíticos relacionados à Diabetes, assim como a teoria da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E\tau$  e suas aplicações. A justificativa para esta pesquisa reside na subutilização dessa lógica em contextos acadêmicos e no mercado de saúde.

## **2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.2.1 *Diabetes Mellitus* (DM) e o Processo Clínico**

Desde 2015, a Organização Mundial da Saúde (OMS) adota a nomenclatura *Diabetes Mellitus* (DM) para se referir à Diabetes. Seguindo essa mesma diretriz, o Ministério da Saúde (2023) conceitua a Diabetes como uma "síndrome metabólica de origem múltipla, resultante da falta de insulina e/ou da incapacidade da insulina exercer seus efeitos adequadamente" (online). De forma simplificada, a Diabetes ocorre devido à incapacidade do pâncreas em produzir e processar glicose, resultando em níveis elevados de açúcar no sangue (Brutti, Flores, Hermes, Martelli, Porto, e Anversa, 2019). Atualmente, a OMS considera a Diabetes uma epidemia (Cobas, 2015).

É crucial compreender que a Diabetes não se limita a uma única variante. A mesma definição adotada pela OMS em 2015 estabeleceu diferentes tipos, categorizando a origem e o tratamento da doença. Conforme explicado por Orozco e Alves (2017), dos três tipos definidos pela OMS, 90% dos pacientes correspondem ao Tipo 2, um grupo que desenvolve a doença ao longo da vida sem predisposição genética. Esse grupo geralmente não requer insulina e pode controlar a condição por meio de melhorias na alimentação e exercícios físicos.

O Tipo 1 da Diabetes envolve pessoas com predisposição genética, representando 5% dos pacientes (Orozco e Alves, 2017). Nesse caso, o sistema imunológico ataca o pâncreas, comprometendo sua função. O tratamento para Diabetes Tipo 1 inclui o uso de "bombas de insulina," injeções ou aplicações subcutâneas com dosagem diária.

O terceiro tipo de Diabetes definido pela OMS é o Gestacional, causado pelos hormônios da gravidez. A Diabetes Gestacional pode ocorrer apenas durante a gestação, encerrando-se após o parto, ou persistir no pós-parto, afetando tanto o bebê

quanto a mãe. O tratamento básico envolve exames periódicos de insulina, regulação da alimentação e prática de exercícios físicos.

Os exames para detecção e confirmação da *Diabetes Mellitus* são realizados por meio de quatro abordagens: glicemia em jejum, teste de tolerância oral à glicose (TOTG), hemoglobina glicada (HbA1c) e glicemia aleatória. Em todos os casos, a análise é feita a partir de amostras de sangue, coletadas em jejum, após duas horas de sobrecarga de glicose e em medições aleatórias. No Brasil, com base em dados da OMS e da Sociedade Brasileira de Diabetes, os critérios para afirmar um diagnóstico positivo da doença incluem:

Glicemia em jejum igual ou superior a 126 mg/dL em duas ocasiões diferentes.

Glicemia duas horas após uma sobrecarga de 75 g de glicose igual ou superior a 200 mg/dL em duas ocasiões diferentes.

HbA1c igual ou superior a 6,5% em duas ocasiões diferentes.

Glicemia aleatória igual ou superior a 200 mg/dL em pacientes com sintomas clássicos de hiperglicemia.

Antunes, Oliveira, Pereira e Picanço (2021) apresentam de maneira simplificada os valores de referência, conforme mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Padrões de medição para glicose.

	Glicose em jejum (mg/dL)	Glicose 2 horas após sobrecarga com 75 g de glicose (mg/dL)	Glicose ao acaso (mg/dL)	HbA1c (%)	Observações
Normoglicemia	< 100	< 140	-	< 5,7	OMS emprega valor de corte de 110 mg/dL para normalidade da glicose em jejum.
Pré-diabetes ou risco aumentado para DM	≥ 100 e < 126*	≥ 140 e < 200**	-	≥ 5,7 e < 6,5	Positividade de qualquer dos parâmetros confirma diagnóstico de pré-diabetes.
Diabetes estabelecido	≥ 126	≥ 200	≥ 200 com sintomas inequívocos de hiperglicemia	≥ 6,5	Positividade de qualquer dos parâmetros confirma diagnóstico de DM. Método de HbA1c deve ser o padronizado. Na ausência de sintomas de hiperglicemia, é necessário confirmar o diagnóstico pela repetição de testes.

Fonte: Antunes et al. (2021)

A coluna inicial categoriza as condições dos pacientes como "Normoglicemia" para situações sem a doença, "Pré-diabetes ou risco aumentado" para pacientes em iminência de desenvolver a doença de forma definitiva e "Diabetes estabelecido" para casos confirmados da doença. Seguindo as diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes, o processo de exame de glicemia compreende três etapas cruciais que devem ser rigorosamente seguidas para uma confirmação mais precisa.

A primeira etapa, conhecida como "pré-analítica," abrange desde a coleta de dados do paciente até a coleta da amostra de sangue e a análise inicial. Neste estágio, é crucial considerar todos os aspectos, evitando informações cruzadas ou incompletas. A segunda etapa, denominada "analítica," envolve a realização do exame por meio de equipamentos com parâmetros de cálculo denominados "*Delta Check*". Aqui, verifica-se se os valores do exame são adequados para a "Normoglicemia" ou outra condição, sendo também o ponto onde a intervenção humana se faz necessária em casos atípicos. A terceira e última etapa, chamada de "pós-analítica," caracteriza-se pela elaboração do laudo final com os resultados. O sucesso desta fase reside na geração de documentação apropriada para a análise médica.

### **2.2.2 Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E_{\tau}$**

O modelo da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial (LPAE) difere dos modelos convencionais ao incorporar a variante  $E_{\tau}$ . Nessa lógica, são admitidas proposições do tipo  $p(\mu, \lambda)$ , em que  $\mu$  representa o grau de evidência favorável e  $\lambda$  indica o grau de evidência contrária. Ambos os valores devem situar-se entre 0 e 1, conforme destacado por Abe (1992), Nakamatsu e Abe (2009), Abe, Akama, Nakamatsu (2015).

Ao empregar as operações da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$  para tomada de decisões, são utilizadas técnicas de maximização e minimização. A maximização visa obter o grau resultante positivo, enquanto a minimização busca o grau de evidência oposta (Abe et al., 2015).

Os graus  $\mu$  e  $\lambda$  têm origem nas proposições e correspondem ao Grau de Certeza (Gcer) e ao Grau de Incerteza (Ginc), respectivamente (Carvalho e Abe,

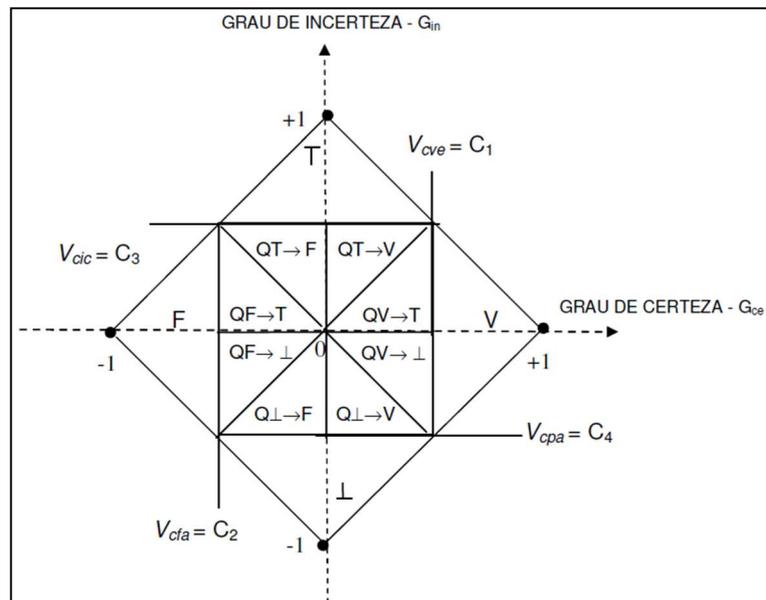
2011). O Gcer é calculado pela diferença entre  $\mu$  e  $\lambda$ , ou seja,  $Gcer(\mu, \lambda) = \mu - \lambda$ , enquanto o Ginc é determinado pela fórmula  $Ginc(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1$ .

Ao invés de considerar apenas a verdade, é possível operar com faixas de verdade, refletindo a noção de certeza relacionada à proposição em questão. Quatro valores-limite são estabelecidos para definir essas faixas:

- $V_{cve} = C1 =$  Valor de controle de veracidade;  $0 \leq V_{cve} \leq 1$
- $V_{cfa} = C2 =$  Valor de controle de falsidade;  $-1 \leq V_{cfa} \leq 0$
- $V_{cic} = C3 =$  Valor de controle de inconsistência;  $0 \leq V_{cic} \leq 1$
- $V_{cpa} = C4 =$  Valor de controle de paracompleteza;  $-1 \leq V_{cpa} \leq 0$

Para ilustrar o Grau de Certeza e o Grau de Incerteza, empregamos uma imagem chamada reticulado ( $\tau$ ), (Abe et al., 2015). Na Figura 1, é possível discernir os resultados lógicos obtidos e seus valores-limite.

**Figura 1.** Reticulado com os graus de certeza e incerteza.



Fonte: adaptado de Abe (2011).

Interpretando a Figura 1, demonstramos, na Tabela 2, os estados lógicos extremos e os símbolos representados no reticulado.

**Tabela 2.** Estados lógicos extremos.

<b>Estados Lógicos Extremos</b>	<b>Símbolo</b>
Verdadeiro	V
Falso	F
Inconsistente	T
Paracompleto	$\perp$

Fonte: adaptado (Abe et al., 2015).

Ainda sobre a Figura 1, podemos identificar, na Tabela 3, os estados lógicos não extremos e os símbolos representados no reticulado.

**Tabela 3.** Estados lógicos não extremos.

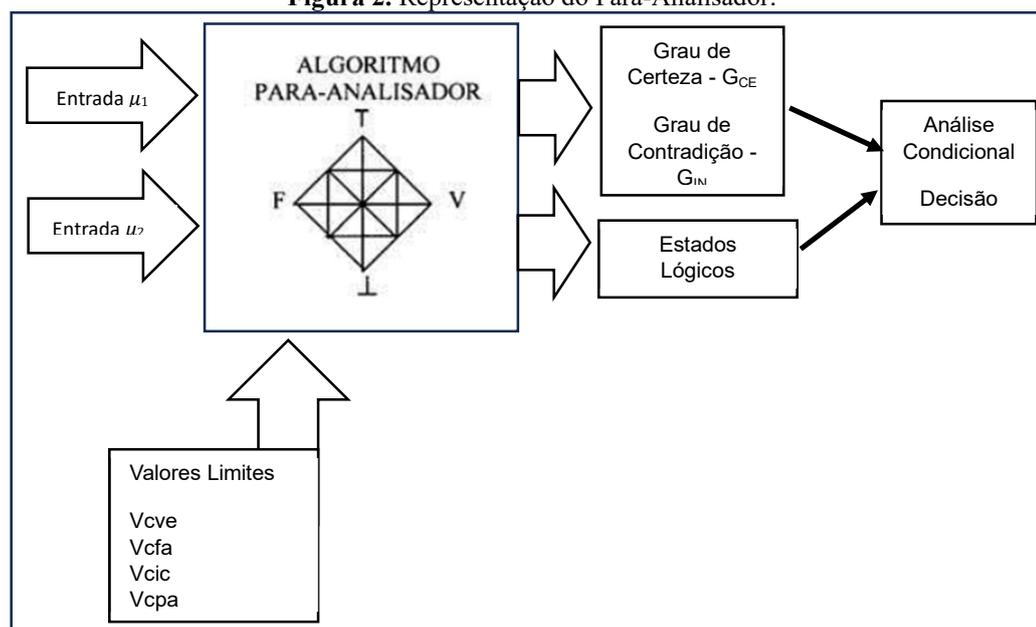
<b>Estados Não Extremos</b>	<b>Símbolo</b>
Quase - Verdadeiro tendendo ao Inconsistente	$QV \rightarrow T$
Quase - Verdadeiro tendendo ao Paracompleto	$QV \rightarrow \perp$
Quase - Falso tendendo ao Inconsistente	$QF \rightarrow T$
Quase - Falso tendendo ao Paracompleto	$QF \rightarrow \perp$
Quase - Inconsistente tendendo ao Verdadeiro	$QT \rightarrow V$
Quase - Inconsistente tendendo ao Falso	$QT \rightarrow F$
Quase - Paracompleto tendendo ao Verdadeiro	$Q\perp \rightarrow V$
Quase - Paracompleto tendendo ao Falso	$Q\perp \rightarrow F$

Fonte: adaptado (Abe et al., 2015)

### 2.2.3 Algoritmo Para-Analisador

A utilização do Para-Analisador como ferramenta para a tomada de decisões é fundamentada nas proposições e suas respectivas anotações. Quando o sistema emprega a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E\tau$  para decisões baseadas em múltiplas informações, o Para-Analisador é capaz de avaliar as evidências tanto a favor quanto contra. Este componente mostra potencial para aprimorar pesquisas em diversos campos, incluindo Robótica (Torres e Reis, 2015), Redes Neurais (Souza e Abe, 2015) e Saúde (Abe, Lopes e Anghinah, 2016).

**Figura 2.** Representação do Para-Analisador.



Fonte: elaborada a partir de Silva Filho, Abe e Lambert-Torres (2008).

## 2.3 METODOLOGIA

O processo metodológico adotado para este estudo envolve a combinação de dois métodos: o método qualitativo de estudo de caso único, conforme proposto por Yin (2015), juntamente com o método quantitativo da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$ , conforme desenvolvido por Abe (2015).

### 2.3.1 Coleta de Dados e Utilização do Método Qualitativo.

Para a obtenção de dados no estudo de caso, analisamos a estrutura organizacional sob uma perspectiva sistêmica e abrangente entre as unidades. Utilizamos informações provenientes de documentos e registros disponíveis online, seguindo o procedimento delineado por Yin (2015). A pesquisa foi conduzida em um laboratório de análises clínicas de abrangência nacional, composto por mais de 350 unidades, oferecendo serviços que incluem gestão de saúde, exames laboratoriais, exames de imagens e vacinas. A unidade escolhida para a coleta de dados foi localizada em Ribeirão Preto/SP, dada sua oferta de atendimento ao público e atendimento hospitalar, o que resulta em um elevado volume de solicitações médicas para o exame de glicemia.

### **2.3.2 Coleta de Dados e Utilização do Método Quantitativo**

No que diz respeito ao método quantitativo, utilizamos a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$  com a ajuda do para-analisador, conforme proposto por Abe (2015). A primeira etapa desse processo envolveu a solicitação de dados ao departamento de qualidade do laboratório, incluindo uma análise da viabilidade do projeto e um levantamento dos processos envolvidos em cada etapa da realização do exame de glicemia. Identificadas as etapas, procedemos ao mapeamento dos fatores críticos que afetam a decisão do biomédico ao liberar um resultado fora do padrão de normalidade. Cada fator foi associado a seções específicas a serem pesquisadas e ao número correspondente de especialistas a serem consultados. Neste estudo, os especialistas foram representados por três médicos endocrinologistas, três biomédicos e três profissionais do setor de qualidade.

Os dados parciais coletados foram organizados em um banco de dados utilizado no Para-Analisador, aplicando a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$ . Consideramos o nível de exigência na tomada de decisão e a importância atribuída a cada especialista durante este processo.

## **2.4 RESULTADOS**

O mapeamento dos processos envolvidos na realização do teste de glicemia em um laboratório de análises clínicas segue três fases distintas, conforme proposto por Blick (1997):

- Pré-analítica: Inclui o cadastro do paciente e a coleta da amostra.
- Analítica: Envolve o recebimento das amostras e a execução do exame.
- Pós-analítica: Compreende a liberação do laudo para o paciente.

Cada fator selecionado foi associado a um nível de exigência designado em uma escala de zero a um. Os resultados obtidos foram analisados individualmente, e a regra do Para-Analisador foi aplicada para demonstrar sua influência combinada na tomada de decisão para a liberação de um resultado de exame de glicemia.

O setor de qualidade identificou três fatores críticos, os quais foram categorizados em 13 seções, cada uma correspondendo à sua fase de realização. A Tabela 4 apresenta a associação de cada fator com o processo específico em cada fase.

**Tabela 4.** Fatores e seus processos.

<b>Fator</b>	<b>Processos em cada fator</b>
F01	Informações do paciente
F02	Triagem e verificação de qualidade
F03	Verificação dos equipamentos e valores específicos do exame

Fonte: adaptada a partir de Silva Filho et al. (2008).

A Tabela 5 apresenta todos os critérios levantados pelo setor de qualidade, incluindo fator, peso, seção e fase, indicando os itens específicos em cada categoria a serem analisados. Cada item submetido à análise foi acompanhado de perguntas direcionadas a cada especialista, buscando entender a importância atribuída por eles em suas análises para a liberação de um resultado de exame de glicose.

**Tabela 5.** Processos identificados pelo Departamento de Qualidade Laboratorial.

<b>Fator</b>	<b>Peso</b>	<b>Seção</b>	<b>Item a ser analisado</b>	<b>Fase</b>	
F01	P01	S1	idade do paciente	Processo Pré-analítico	Atendimento
		S2	cumprimento do jejum		
		S3	ingestão de medicamentos		
		S4	paciente estar gestante		
		S5	paciente possuir uma doença pré-existente		
F02	P02	S1	volume de amostra coletado	Processo Analítico	Triagem
		S2	amostra coletada apresentar restrição		
		S3	armazenagem da amostra coletada		
		S4			
		S5			
F03	P03	S1	controle da qualidade dos equipamentos	Processo Analítico	Área Técnica
		S2	validade dos reagentes		
		S3	manutenção preventiva dos equipamentos		
		S4	valor de referência dos exames		
		S5	resultado dos exames anteriores		

Fonte: elaborada a partir de Silva Filho et al. (2008).

Após serem transferidos e organizados, os dados foram migrados para o Para-Analisador, como evidenciado na Tabela 6. Com essa etapa concluída, tornou-se

possível identificar de maneira clara as respostas de cada especialista para cada item analisado, seguindo as classificações pré-estabelecidas.

**Tabela 6.** Base de dados do Para-Analisador.

BASE DE DADOS																					
Fator	Peso	Seção	F e S	Grupo A						Grupo B						Grupo C					
				Espec 1		Espec 2		Espec 3		Espec 4		Espec 5		Espec 6		Espec 7		Espec 8		Espec 9	
				$a_{ij1}$	$b_{ij1}$	$a_{ij2}$	$b_{ij2}$	$a_{ij3}$	$b_{ij3}$	$a_{ij4}$	$b_{ij4}$	$a_{ij5}$	$b_{ij5}$	$a_{ij6}$	$b_{ij6}$	$a_{ij7}$	$b_{ij7}$	$a_{ij8}$	$b_{ij8}$	$a_{ij9}$	$b_{ij9}$
F01	P01	S1	F01S1	1,00	0,10	1,00	0,00	0,80	0,80	0,80	0,20	0,70	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,70	0,20	0,50	0,10
		S2	F01S2	1,00	1,00	1,00	0,00	0,90	0,90	1,00	0,00	0,9	0,00	1,00	1,00	0,9	0,10	1,00	0,00	1,00	1,00
		S3	F01S3	1,00	0,10	1,00	0,00	0,60	0,50	0,60	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,80	0,00	0,50	0,50
		S4	F01S4	1,00	0,10	0,50	0,00	1,00	0,50	0,80	0,20	0,80	0,50	0,80	0,20	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,10
		S5	F01S5	0,80	0,10	1,00	0,00	0,70	0,50	0,80	0,20	1,00	0,00	0,50	0,50	0,60	0,80	0,80	0,20	0,50	0,10
F02	P02	S1	F02S1	1,00	0,10	1,00	0,20	0,70	1,00	0,90	0,00	0,70	0,40	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
		S2	F02S2	1,00	0,10	1,00	0,20	1,00	1,00	0,90	0,10	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,80	0,30	1,00	1,00
		S3	F02S3	1,00	0,10	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,10	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
		S4	F02S4																		
		S5	F02S5																		
F03	P03	S1	F03S1	1,00	0,00	1,00	0,00	0,80	1,00	0,90	0,10	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00
		S2	F03S2	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,10	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,5	1,00	0,00	1,00	1,00
		S3	F03S3	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
		S4	F03S4	1,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,50	0,80	0,20	0,90	0,00	0,50	0,50	1,00	0,00	0,70	0,00	0,50	0,50
		S5	F03S5	1,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,90	0,90	0,00	0,90	0,10	0,50	0,50	0,20	0,00	0,80	0,20	0,80	0,50

Fonte: elaborada a partir de Silva Filho et al. (2008).

Cada conjunto apresentado na Tabela 6 representa uma categoria específica de especialistas que contribuíram para a coleta de informações pelo setor de qualidade do laboratório em análise. Esses conjuntos foram organizados de acordo com a Tabela 7, sendo cada grupo composto por três especialistas da mesma área.

**Tabela 7.** Grupos de especialistas.

Grupos	Especialistas
Grupo A	Médicos Endocrinologistas
Grupo B	Biomédicos
Grupo C	Setor de Qualidade

Fonte: elaborada pelos autores.

Os valores de  $a_{i,j}$  refletem as respostas, variando de zero a um, indicando em que medida o item é favorável para a análise por meio do algoritmo Para-Analisador, enquanto os valores  $b_{i,j}$  representam o quanto é desfavorável (Dill, Costa Jr., e Santos, 2014). A Tabela 8, gerada a partir desta base de dados, exibe os cálculos de maximização e minimização realizados pelo algoritmo Para-Analisador, juntamente com suas conclusões. Essas conclusões refletem, com base nas respostas dos especialistas, se cada item é considerado viável, não viável, conclusivo ou não conclusivo.

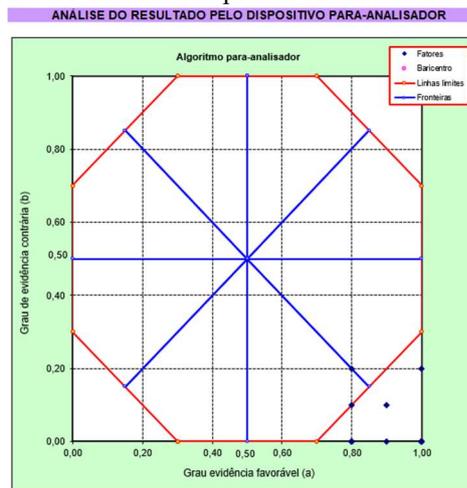
Tabela 8. Cálculos do Para-analisador.

Fator	Peso	Seção	A		B		C		Graus resultantes		Nível de Exigência >		0,70	Ponderação dos graus resultantes	
			MAX [E1, E2, E3]		MAX [E4, E5, E6]		MAX [E7, E8, E9]		MIN {A, B, C}		Conclusões			Decisão	$P_i \times a_{i,R}$
			$a_{i,Ga}$	$b_{i,GA}$	$a_{i,GB}$	$b_{i,GB}$	$a_{i,GC}$	$b_{i,GC}$	$a_{i,R}$	$b_{i,R}$	H	G			
F01	1	S1	1,00	0,00	0,80	0,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,80	-0,20	VIÁVEL	0,8	0,0
F01	1	S2	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	VIÁVEL	1,0	0,0
F01	1	S3	1,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00	0,80	-0,20	VIÁVEL	0,8	0,0
F01	1	S4	1,00	0,00	0,80	0,20	1,00	0,00	0,80	0,20	0,60	0,00	NÃO CONCLUSIVO	0,8	0,2
F01	1	S5	1,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,10	0,80	0,10	0,70	-0,10	VIÁVEL	0,8	0,1
F02	2	S1	1,00	0,10	0,90	0,00	1,00	0,00	0,90	0,10	0,80	0,00	VIÁVEL	1,8	0,2
F02	2	S2	1,00	0,10	1,00	0,00	1,00	0,20	1,00	0,20	0,80	0,20	VIÁVEL	2,0	0,4
F02	2	S3	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	VIÁVEL	2,0	0,0
F03	3	S1	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	VIÁVEL	3,0	0,0
F03	3	S2	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	VIÁVEL	3,0	0,0
F03	3	S3	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	VIÁVEL	3,0	0,0
F03	3	S4	1,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,90	-0,10	VIÁVEL	2,7	0,0
F03	3	S5	1,00	0,00	0,90	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00	0,80	-0,20	VIÁVEL	2,4	0,0

Fonte: elaborada a partir de Silva Filho et al. (2008).

Após concluir a análise, o algoritmo Para-Analisador produziu um reticulado de forma gráfica. Na Figura 3, é possível visualizar os pontos que correspondem às conclusões de cada seção, além das áreas que indicam o grau de certeza ou incerteza.

Figura 3. Análise do resultado pelo reticulado do Para-Analisador.



Fonte: elaborada a partir de Silva Filho et al. (2008).

Ao examinar as 13 seções e seus itens associados, observou-se que 12 seções foram categorizadas como "viáveis". Essa classificação indica que as respostas dos especialistas apontam para um alto grau de certeza, tornando-as uma referência confiável para outros especialistas que possam ter dúvidas sobre critérios específicos. Destacam-se duas seções como particularmente essenciais, sendo uma delas caracterizada pelas respostas padronizadas dos especialistas. No item F01S02, "cumprimento do jejum", todos os especialistas responderam com graus de importância favoráveis, variando entre 0.9 e 1.0, indicando a significativa relevância desse aspecto para a execução do exame. Isso sugere que o cumprimento desse item

é crucial e pode facilitar a rápida tomada de decisão por novos colaboradores, ao observar e analisar as respostas dos demais especialistas sobre esse item.

Na segunda seção destacada, observa-se uma divergência entre os especialistas. É o caso do item F01S04, "paciente estar gestante". Nesse item, não foi identificada uma padronização nas respostas, evidenciando uma variação significativa nos valores favoráveis e desfavoráveis. Isso indica que este item é bastante peculiar na análise de cada especialista, e não deve ser considerado isoladamente na tomada de decisão.

De maneira geral, os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que, para uma tomada de decisão mais ágil e precisa pelo profissional responsável pela liberação dos resultados do exame de glicemia, é crucial contar com uma base de referência. Nesse sentido, a utilização da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$  emerge como uma ferramenta valiosa em tais contextos.

## **2.5 CONSIDERAÇÕES**

A área da saúde está em constante evolução, buscando incessantemente novos métodos de análise e tecnologias para apoiar os diagnósticos médicos. A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$ , aliada ao algoritmo Para-Analisador, revela-se como uma ferramenta promissora nesse contexto.

Como evidenciado no caso de tomada de decisão para a liberação de resultados de exames de glicemia, esse modelo pode ser aplicado a qualquer outro tipo de exame de análises clínicas, bastando ajustar as seções a serem analisadas.

O emprego da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$  na área da saúde vai além do auxílio à tomada de decisão. Com o auxílio do algoritmo Para-Analisador, ela pode ser implementada em outras áreas, como na identificação de imagens para o diagnóstico de tumores, contribuindo para que os médicos identifiquem padrões menos perceptíveis.

Essa lógica não se limita apenas à identificação de padrões e à assistência na tomada de decisão. Pode ser amplamente utilizada na robótica para o desenvolvimento de novos equipamentos destinados à realização de exames e até mesmo cirurgias.

Por fim, a aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$  na área da saúde garante uma base constante para estudos acadêmicos sobre o tema, assegurando que a área permaneça sempre atualizada.

## 2.6 REFERÊNCIAS

Abe, J. M. (1992). *Fundamentos da lógica anotada*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Filosofia. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Abe, J. M. (2015). *Sistemas paraconsistentes baseados em inteligência: Novas tendências nas aplicações de paraconsistência* (Vol. 94). Springer.

Abe, J. M., Akama, S., e Nakamatsu, K. (2015). *Introduction to Annotated Logics* (Vol. 8). Cham: Springer International Publishing.

Abe, J. M., Lopes, H. F. S., e Anghinah, R. (2016). Paraconsistent Neurocomputing and Biological Signals Analysis. In J. M. Abe (Ed.), *Paraconsistent Intelligent-Based Systems. Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 94, p. 273-306). Cham: Springer International Publishing.

Abe, J. M., Silva Filho, J. I., Celestino, U., e Araujo, H. C. (2011). *Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial  $E_{\tau}$* . São Paulo: Comunicar.

Antunes, Y. R., Oliveira, E. M., Pereira, L. A., e Picanço, M. F. P. (2021, dezembro). Diabetes Mellitus Tipo 2: A importância do diagnóstico precoce da diabetes. *Brazilian Journal of Development*, 7, (12), 116526-116551. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/index.php/BRJD/article/view/41218>

Blick, K. E. (1997). Sistemas informáticos laboratoriais de tomada de decisão como ferramentas essenciais para o alcance da qualidade total. *Química Clínica*, 43 (5), 908-912.

Brutti, B., Flores, J., Hermes, J., Martelli, G., Porto, D. S., e Anversa, E. T. R. (2019, julho/agosto). Diabetes Mellitus: definição, diagnóstico, tratamento e mortalidade no Brasil, Rio Grande do Sul e Santa Maria, no período de 2010 a 2014. *Brazilian Journal of Health Review*, 2 (4), 3174-3182. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/2172/2203>

Carvalho, F. R., e Abe, J. M. (2011). *Tomadas de decisão com ferramentas da lógica paraconsistente anotada – Método Paraconsistente de Decisão – MPD*. São Paulo: Blücher, 2011.

Cobas, R. (2015, outubro/dezembro). Diabetes: recordando uma história. *Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto*, 14 (4), 35-36. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/20069>

Dill, R.P., Costa Jr., N., e Santos, A. A. P. (2014). Corporate Profitability Analysis: A Novel Application for Paraconsistent Logic. *Applied Mathematical Sciences*.

Fiocruz. (2021). *Diabetes*. <https://portal.fiocruz.br/diabetes>

Ministério da Saúde. (2006). *Diabetes Mellitus*. [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diabetes\\_mellitus.PDF](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diabetes_mellitus.PDF)

Ministério da Saúde. (2023). *Diabetes*. <https://bvsmms.saude.gov.br/diabetes>

Nakamatsu, K., e Abe, J. M. (2009). The development of paraconsistent annotated logic programs. *International Journal of Reasoning-based Intelligent Systems*, 1 (1/2), 92.

Orozco, L. B., e Alves, S. H. S. (2017). Diferenças do autocuidado entre pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 1 e 2. *Psicologia, Saúde e Doenças*, 18, (1), 234-247. <https://www.redalyc.org/pdf/362/36250481019.pdf>

Silva Filho, J. I., Abe, J. M., e Lambert-Torres, G. (2008). *Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes*. Rio de Janeiro: LTC.

Souza, S., e Abe, J. M. (2015). Paraconsistent Artificial Neural Networks and Aspects of Pattern Recognition. In J. M. Abe (Ed.), *Paraconsistent Intelligent-Based Systems. Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 94, pp. 207-231). Cham: Springer International Publishing.

Torres, C. R., e Reis, R. (2015). The New Hardware Structure of the Emmy II Robot. In J. M. Abe (Ed.), *Paraconsistent Intelligent-Based Systems. Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 94, pp. 87-103). Cham: Springer International Publishing.

Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Bookman.