

Teste de TTGO - 1h como parâmetro de avaliação do metabolismo glicêmico no diagnóstico de Diabetes Tipo 2

Profa Dra Tatiana Herrerias
Farmacêutica-bioquímica

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Análises Clínicas





589
million

people worldwide
have diabetes

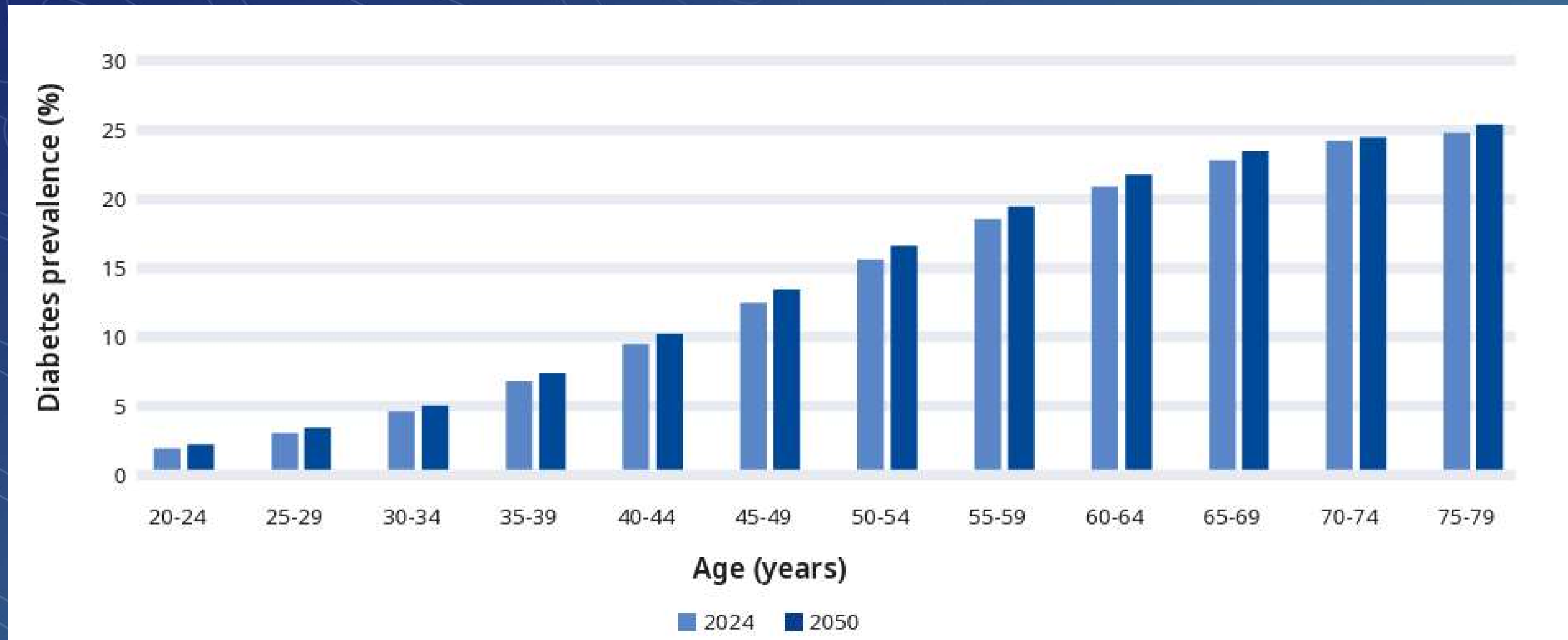
252 milhões de pessoas NÃO sabem que possuem a doença!

11,1 % da população mundial adulta

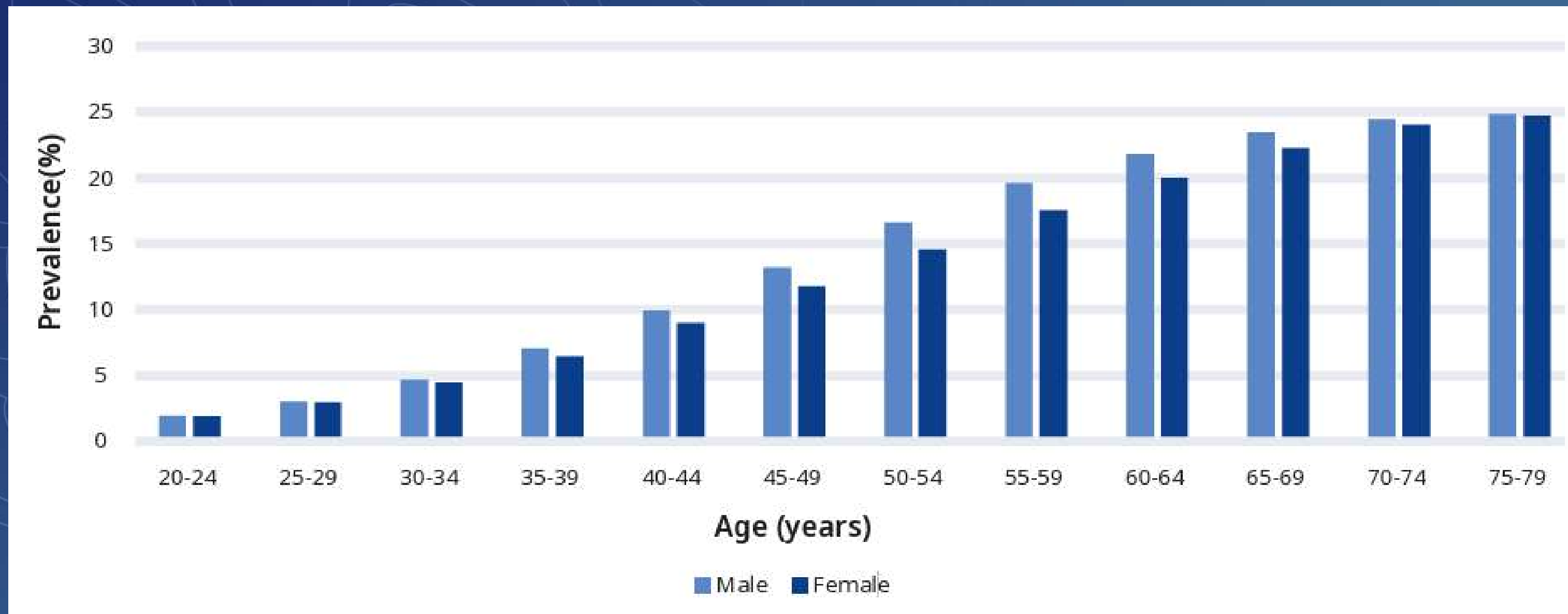
2050 → 853 milhões de adultos

IDF Diabetes Atlas, 2025.

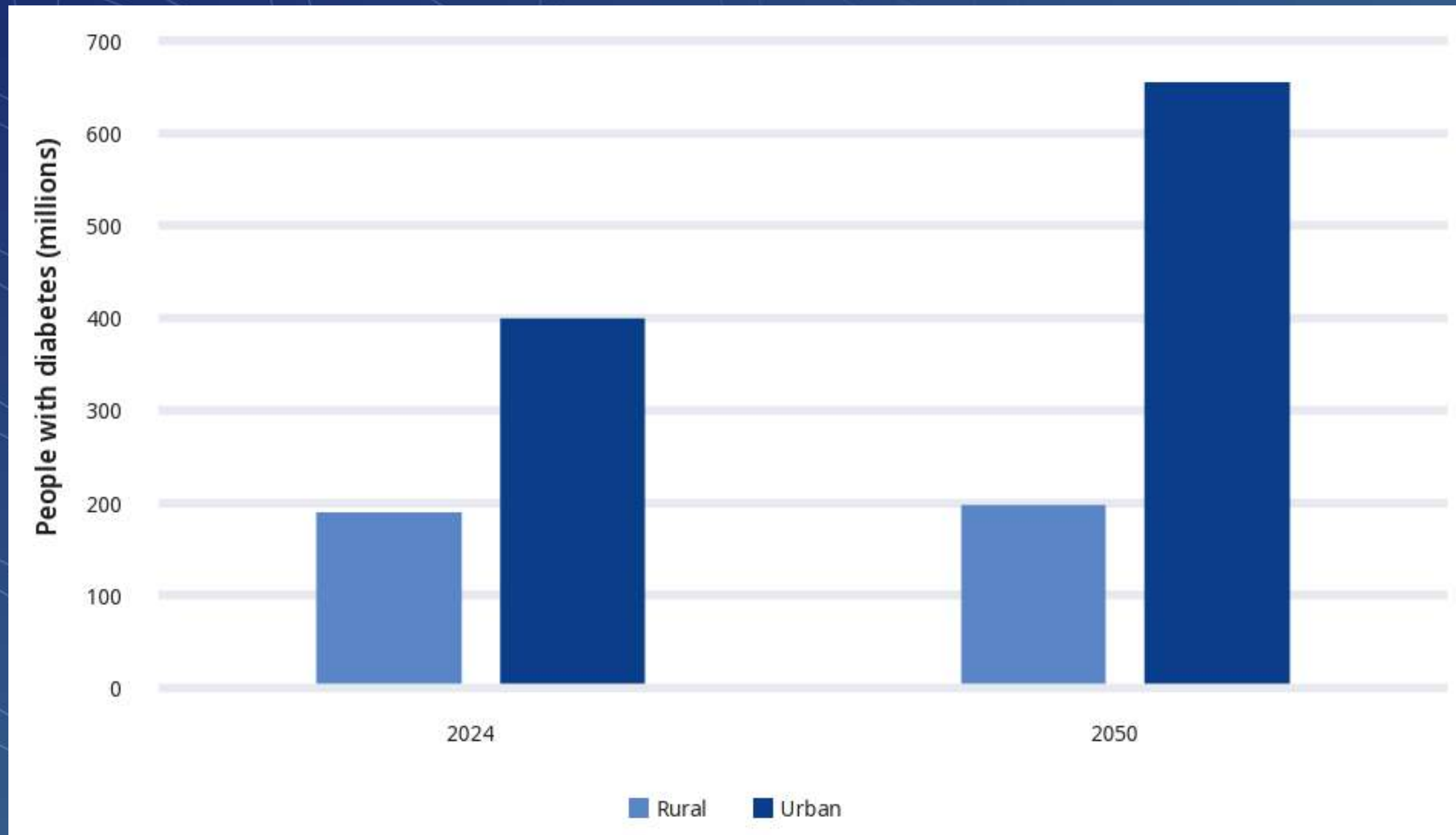
Número estimado de pessoas com diabetes 2024/2050 - idade



Prevalência de pessoas com diabetes 2024/2050 - gênero



Prevalência de pessoas com diabetes 2024/2050 - áreas urbanas e rurais





**Número de
pessoas com
diabetes por
região/IDF -
2024-20250 (20 -
79 anos)**

Epidemiologia

Pacientes sem diagnóstico em 2024

World Bank income classification	Proportion undiagnosed (%)	Number of people with undiagnosed diabetes (millions)
High-income countries	28.9	32.9
Middle-income countries	45.5	206.0
Low-income countries	58.7	12.8

Pacientes com Hiperglicemia Intermediária (HI)

	Tolerância à glicose diminuída	Glicemia de jejum alterada
2024	634,8 milhões (12%)	487,7 milhões (9,2%)
2050	846,5 milhões (12,9%)	647,5 milhões (9,8%)

**Hiperglicemia intermediária ou Pré-diabetes:
Importante fator de risco para o desenvolvimento de DM2!**

Critérios diagnósticos para DM

	WHO criteria	ADA criteria
Diabetes		
Fasting plasma glucose (FPG)	≥7.0 mmol/L (126 mg/dL)	≥7.0 mmol/L (126 mg/dL)
2 h plasma glucose*	≥11.1 mmol/L (200 mg/dL)	≥11.1 mmol/L (200 mg/dL)
HbA1c	≥6.5% (48 mmol/mol)	≥6.5% (48 mmol/mol)
Intermediate hyperglycaemia		
Impaired fasting glucose (IFG)		
Fasting plasma glucose	6.1–6.9 mmol/L (110–125 mg/dL)	5.6–6.9 mmol/L (100–125 mg/dL)
Impaired glucose tolerance (IGT)		
2 h plasma glucose*	7.8–11.0 mmol/L (140–199 mg/dL)	7.8–11.0 mmol/L (140–199 mg/dL)
HbA1c	–	5.7%–6.4% (39–47 mmol/mol)

*TTGO - 75 g de glicose anidra diluída

IDF, 2025

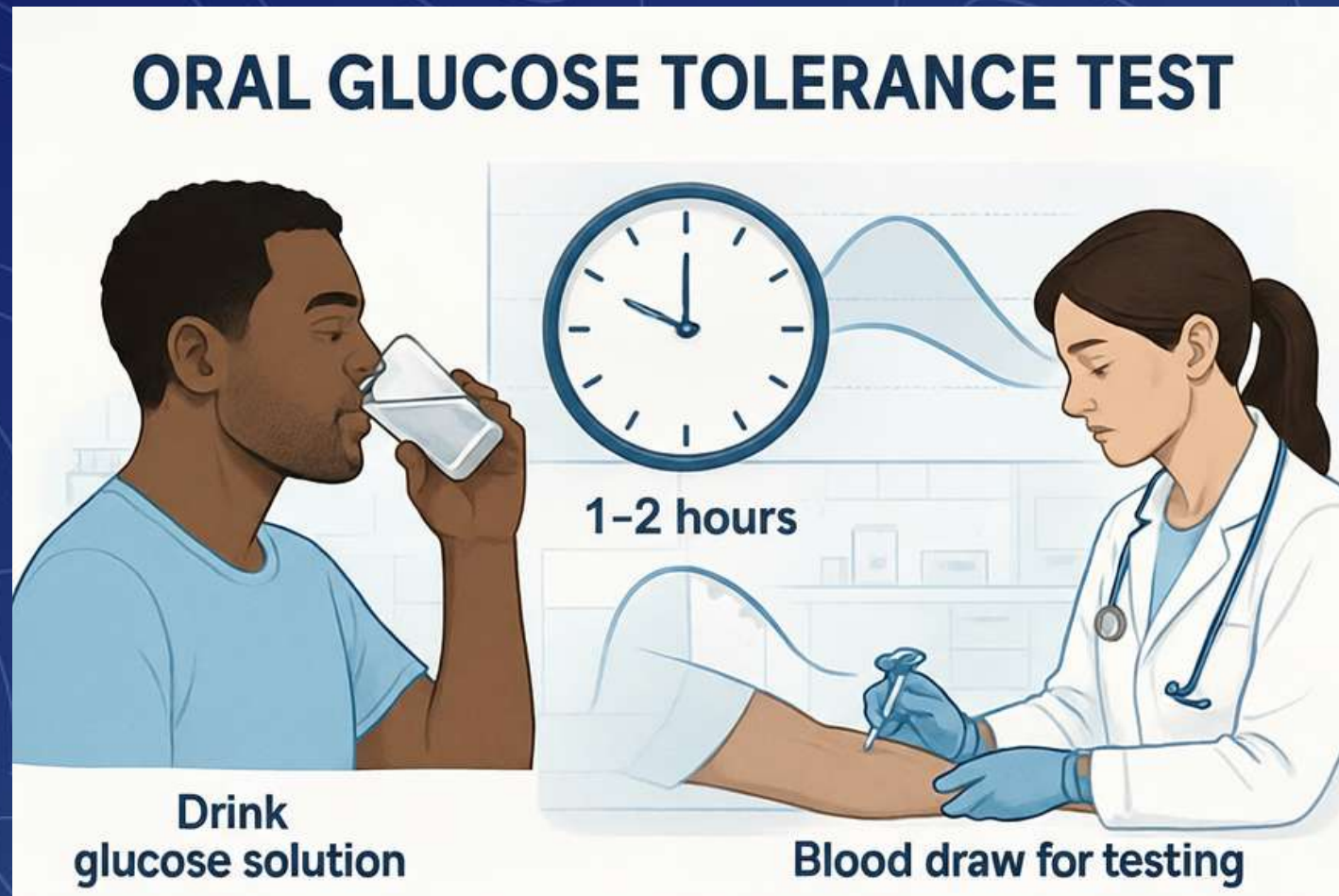
Critérios diagnósticos para DM

Critérios	Normal	Hiperglicemia intermediária*	DM
Glicemia de jejum (mg/dL)*	< 100	100 – 125	≥ 126
Glicemia ao acaso (mg/dL) + Sintomas	-	-	≥ 200
Glicemia de TTGO 2h (mg/dL)\	< 140	140 - 199	≥ 200
HbA1C (%)	< 5,7	5,7 – 6,4	≥ 6,5

Glicemia de TTGO 1h (mg/dL)¥	< 155	155 - 208	≥ 209
------------------------------	-------	-----------	-------

1979: *National Diabetes Data Group (NDDG)* recomendava valores intermediários de glicemia durante o TTGO-2h (30 min, 1 hora e 1 hora e 30 min) para diagnóstico de DM.

Teste Oral de Tolerância à Glicose - TTGO



Procedimento:

1. Jejum de 8-12 horas
 2. Coleta de sangue em jejum
 3. Ingestão de 75g de glicose diluída em água
- Coleta de sangue após 1 ou 2 h

Fatores Pré-analíticos que Influenciam o TOTG

Preparo do Paciente

Duração do jejum,
ingestão de
carboidratos,
medicamentos,
atividade física

Administração de Glicose

Forma da glicose,
quantidade ingerida,
volume, velocidade

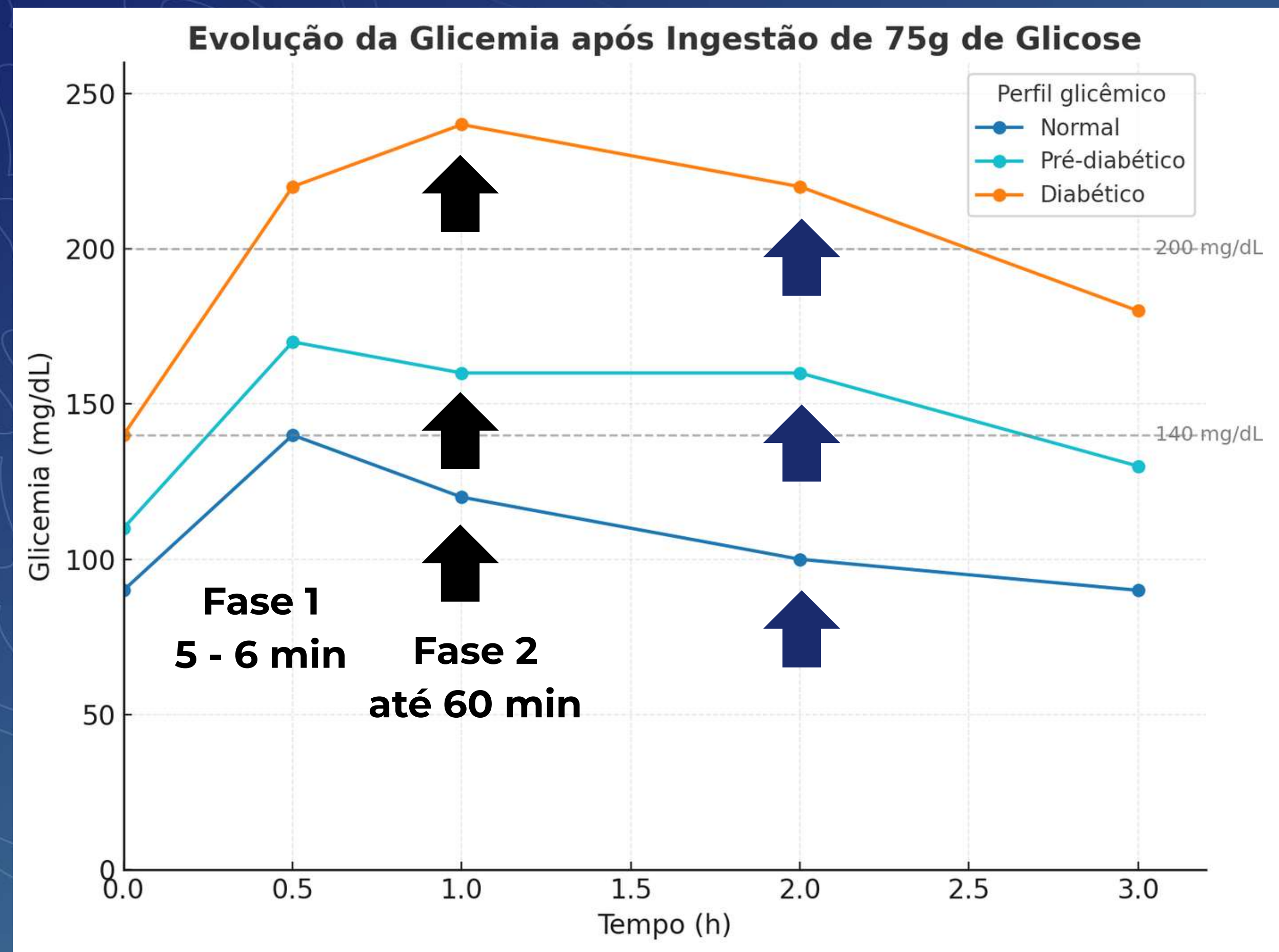
Durante o Teste

Postura, ansiedade,
caféina, tabagismo,
atividade, hora do
dia

Teste Oral de Tolerância à Glicose

- TTGO: mais sensível que glicemia de jejum (início da DM2)
- Pode não haver equivalência entre o TOTG e GJ
- Baixa reprodutibilidade: afetado por diversos fatores

Fornece informações sobre tolerância a glicose e não sobre a resistência à insulina → desenvolvidos índices derivados de modelos matemáticos → Índice HOMA-IR



HOMA – IR: avaliação da homeostase para resistência à insulina

Teste Oral de Tolerância à Glicose

2 h

1 h ?



Accuracy of 1-Hour Plasma Glucose During the Oral Glucose Tolerance Test in Diagnosis of Type 2 Diabetes in Adults: A Meta-analysis

Diabetes Care 2021;44:1062–1069 | <https://doi.org/10.2337/dc20-1688>

Vasudha Ahuja,¹ Pasi Aronen,²
T.A. Pramodkumar,³ Helen Looker,⁴
Angela Chetrit,⁵ Aini H. Bloigu,⁶
Auni Juutilainen,⁷ Cristina Bianchi,⁸
Lucia La Sala,⁹ Ranjit Mohan Anjana,³
Rajendra Pradeepa,³
Ulagamadesan Venkatesan,³
Sarvanan Jebarani,³ Viswanathan Baskar,³
Teresa Vanessa Fiorentino,¹⁰
Patrick Timpel,¹¹ Ralph A. DeFronzo,¹²
Antonio Ceriello,⁹ Stefano Del Prato,⁸
Muhammad Abdul-Ghani,¹²
Sirkka Keinänen-Kiukaanniemi,^{6,13}
Rachel Dankner,^{5,14} Peter H. Bennett,⁴
William C. Knowler,⁴ Peter Schwarz,^{11,15,16}
Giorgio Sesti,¹⁷ Rie Oka,¹⁸
Viswanathan Mohan,³ Leif Groop,^{1,19}
Jaakko Tuomilehto,^{20,21,22}
Samuli Ripatti,^{1,23,24} Michael Bergman,²⁵

Evidências científicas

Determinar o ponto de corte ideal de TTGO-1h para detecção de diabetes tipo 2, usando TTGO-2h como padrão-ouro.

Table 2—The number of TP and FP or TN and FN cases with three different 1-h PG cutoffs in diagnosis of type 2 diabetes of 2-h PG ≥ 11.1 mmol/L and the associated PPV

Cutoff in mmol/L (Se, Sp)	Weight ratio for Se vs. Sp	λ	Case subjects, type 2 diabetes by 2-h PG (N = 2,705)		Control subjects, by 2-h PG (N = 34,246)		PPV % (TP/TP + FP) $\times$ 100
			TP	FN	FP	TN	
10.6 (0.95, 0.86)	More	2/3	2,570	135	4,794	29,452	34.9
11.6 (0.92, 0.91)	Equal	1/2	2,489	216	3,082	31,164	44.6
12.5 (0.87, 0.94)	Less	1/3	2,353	352	2,055	32,191	53.4

Se, sensitivity; Sp, specificity.

191 mg/dL
209 mg/dL
225 mg/dL

35.551 participantes / Múltiplas etnias (53,8% etnias)

Ahuja et al, 2021

Padronização e Acurácia do TTGO-1h

A padronização do TTGO-1h, com pontos de corte bem definidos garante a **acurácia** e a **confiabilidade** dos resultados

Pontos de corte validados

Estudos multicêntricos validaram os pontos de corte de 155 mg/dL para pré-diabetes e 209 mg/dL para DM2

Reprodutibilidade

O TTGO-1h demonstrou reprodutibilidade semelhante à glicemia de jejum e ao TTGO-2h

O limite de 209 mg/dL (1h) é ultrapassado antes que o limite de 200 mg/dL (2h) : diagnóstico mais precoce!

O TTGO-1h detecta mais precocemente o pré-diabetes e o diabetes?

A maioria dos pacientes (74%) atinge o ponto de corte para detecção de DM2 e pré-diabetes primeiro com os parâmetros estabelecidos para o TTGO-1h, em relação ao TTGO-2h

O limite de TTGO-1h (155 mg/dL) foi atingido, em média, 5,3 anos antes do limiar de TTGO- 2 h (140 mg/dL).

O limite de TTGO-1h (209 mg/dL) foi atingido, em média, 1,6 anos antes do limiar de TTGO- 2 h (200 mg/dL).

Detecção Precoce de DM2 e Pré-diabetes

Table 2—Odds ratio and 95% CI for the risk of developing type 2 diabetes for the prediction models

	Odds ratio (95% CI)
Model 1	
NGT, 1-h plasma glucose <155 mg/dl	1
NGT, 1-h plasma glucose >155 mg/dl without metabolic syndrome	3.4 (1.8–6.4)
NGT, 1-h plasma glucose >155 mg/dl with metabolic syndrome	15.2 (7.8–29.3)
IFG, 1-h plasma glucose <155 mg/dl	4.0 (1.3–11.9)
IFG, 1-h plasma glucose >155 mg/dl	19.5 (10.0–38.0)
IGT, 1-h plasma glucose <155 mg/dl	7.1 (3.0–16.5)
IGT, 1-h plasma glucose >155 mg/dl	18.1 (10.8–30.1)

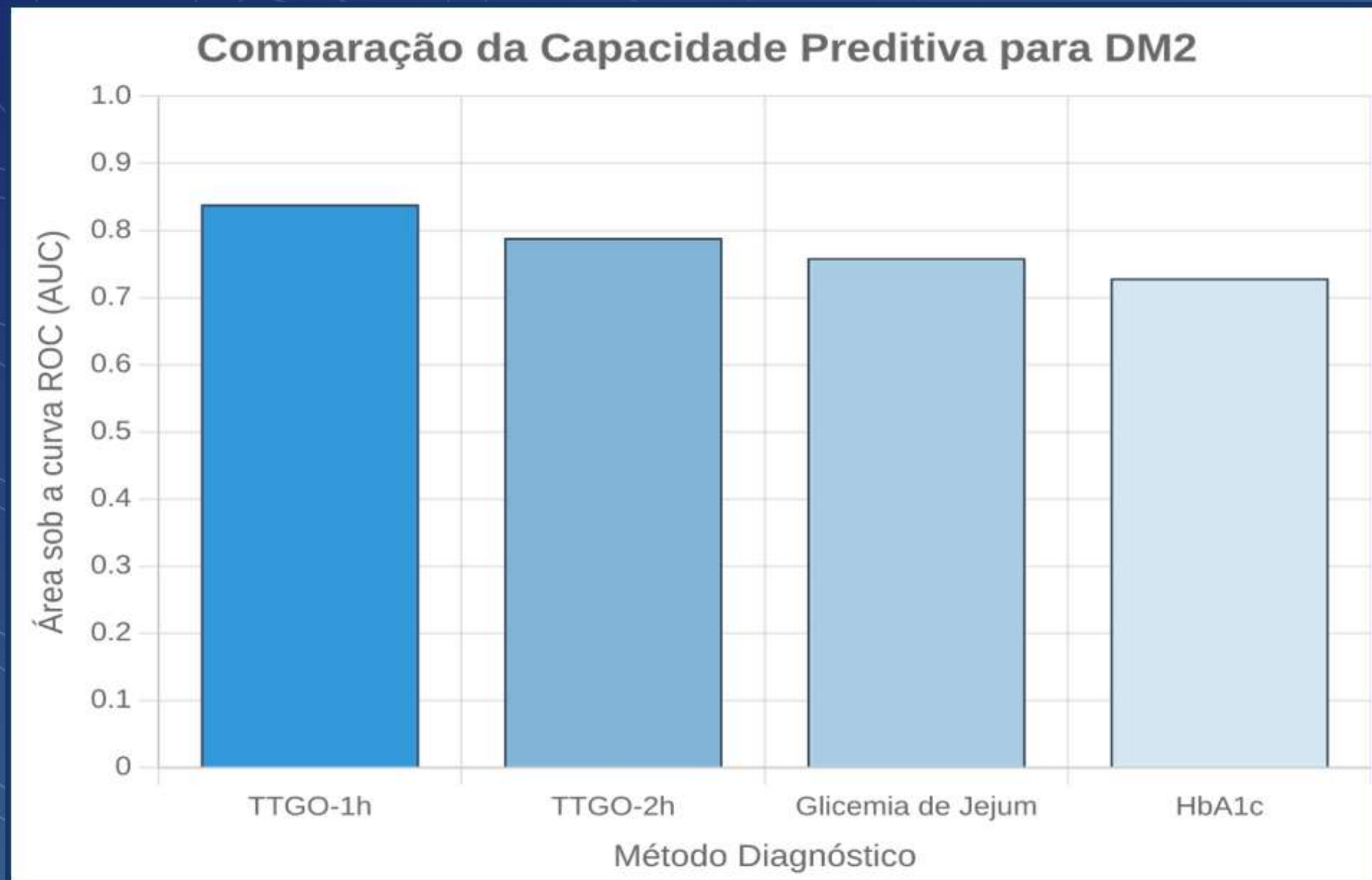
Coorte de 8 anos

IFG - glicose de jejum diminuída
IGT - tolerância à glicose diminuída
NGT - tolerância à glicose normal

Abdul-Ghani *et al.*, 2008

Normal < 155 mg/dL
Pré-diabetes 155 - 208 mg/dL
Diabetes > 209 mg/dL

TTGO-1h: Capacidade Preditiva para DM2



Abdul-Ghani et al. (2008), Alyass et al. (2015), Paddock et al. (2017)

Como o TTGO- 1 h se compara a outros critérios diagnósticos para prever complicações?

- Um ponto de corte de TTGO - 1 h de 155 mg/dL pode identificar uma categoria de indivíduos de alto risco **comparável** à glicemia de jejum alterada (GJ) e o TTGO-2h.

GJ e HbA1C
normais



TTGO-1h
> 155 mg/dL



- resposta prejudicada das células β ,
- resistentes à insulina,
- risco aumentado de desenvolver DT2.

Previsão de Complicações e Mortalidade

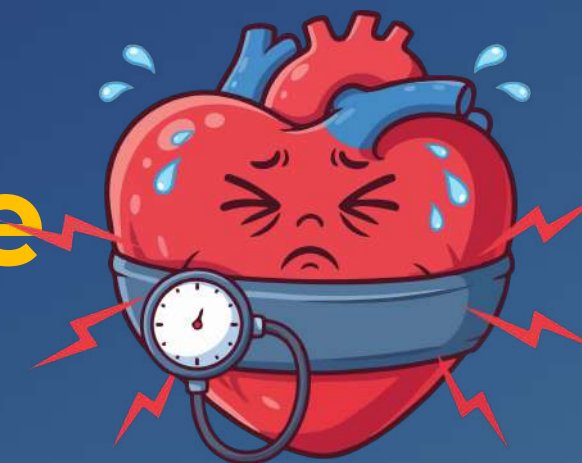
TTGO - 1h $\geq$ 155 mg/dL) prevê um risco aumentado para:

- **Retinopatia Diabética:** valor preditivo comparável ao TTGO - 2h.

- **Doença Renal Crônica (DRC):** uma taxa de filtração glomerular estimada (eGFT) significativamente mais baixa e a um risco maior de DRC, mesmo em indivíduos com TTGO - 2h normal.

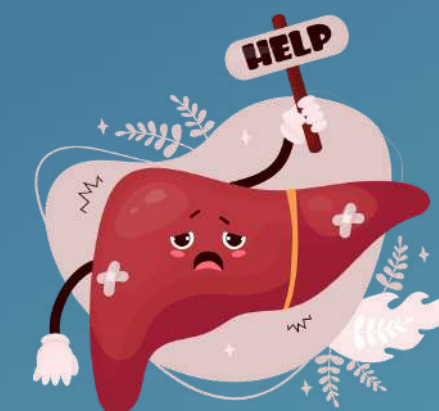
-

Previsão de Complicações e Mortalidade



TTGO - 1h $\geq$ 155 mg/dL) prevê um risco aumentado para:
Doença Cardiovascular (DCV) e Mortalidade: O 1-h PG é um preditor independente e mais forte de mortalidade por DCV e mortalidade por todas as causas do que FPG ou TTGO-2h em algumas populações.

- **MASLD (Doença Hepática Esteatótica Associada a Disfunção Metabólica):** Maior risco de esteatose hepática e fibrose hepática avançada



Previsão de Complicações e Mortalidade

Table 2—Prevalence and cumulative incidence of DR by fundoscopy for risk groups based on 1h-PG and 2h-PG cutoffs for normal glucose tolerance, IGT, and type 2 diabetes

Retinopathy	Normal glucose tolerance (%)	IGT (%)*	Type 2 diabetes (%)†
Prevalence, any retinopathy (<i>n</i> = 2,895)			
1h-PG	0.9	3.1	8.6
2h-PG	0.7	2.0	9.8
15-year c.i., any retinopathy (<i>n</i> = 1,703)			
1h-PG	2.4	9.4	40.2
2h-PG	2.5	9.1	40.0
25-year c.i., severe retinopathy (<i>n</i> = 1,703)			
1h-PG	1.9	7.0	34.7
2h-PG	2.1	5.6	34.6

c.i., cumulative incidence. *IGT cutoffs for 1h-PG were ≥ 173 and < 230 mg/dL, and for 2h-PG were ≥ 140 and < 200 mg/dL. †Type 2 diabetes cutoff for 1h-PG was ≥ 230 mg/dL and for 2h-PG was ≥ 200 mg/dL.

Coorte de > 40 anos

Paddock *et al.* (2018)

Teste Oral de Tolerância à Glicose 2h

X

Teste Oral de Tolerância à Glicose 1h

O TTGO-1h é superior na **detecção de indivíduos com risco para o desenvolvimento de DM2.**

O TTGO-1h **identifica de forma mais eficaz pessoas com pré-diabetes e prediz a evolução para DM2 com maior precisão.**

Vantagens do TTGO-1h: Praticidade e Conforto

O TTGO-1h apresenta vantagens significativas em comparação com o TTGO-2h:

Redução do Tempo de Espera

Diminui em 50% o tempo de permanência do paciente no laboratório

Maior Conforto para o Paciente

Menor desconforto associado à espera prolongada após sobrecarga de glicose

Maior Adesão ao Teste

A praticidade do TTGO-1h pode levar a uma maior adesão dos pacientes

Benefícios da detecção precoce

- Intervenção terapêutica mais precoce
- Redução do risco de complicações

Melhor prognóstico a longo prazo

RASTREAMENTO DE DM2 EM ADULTOS ASSINTOMÁTICOS

Recomendado para:

- Idade ≥ 35 anos OU
- Idade < 35 anos com excesso de peso + 1 ou mais fatores de risco para diabetes OU
- Idade < 35 anos + FINDRISC alto/muito alto

GJ ≥ 126 mg/dl E HbA1c $\geq 6,5\%$

GJ e/ou HbA1c (ideal incluir ambos testes)

GJ < 100 mg/dl E HbA1c $< 5,7\%$

**GJ ≥ 126 mg/dl OU
HbA1c $\geq 6,5\%$ sem outro
critério para diabetes**

**Teste adicional de confirmação:
GJ, HbA1c ou TTGO-1h
(preferencialmente repetir o
teste alterado)**

sim

**Teste adicional confirma
diabetes?**

não

**DIABETES
CONFIRMADO:**
Recomendar MEV e
iniciar tratamento
farmacológico

**Recomendar MEV e
repetir exames em
6 meses**

PRÉ-DIABETES:
Recomendar MEV e
repetir exames em
1 ano;
Considerar
prevenção
farmacológica**

**Repetir TTGO-1h.
Se ≥ 209 mg/dl:
DIABETES
CONFIRMADO:**
Recomendar MEV e
iniciar tratamento
farmacológico*

PRÉ-DIABETES:
Recomendar MEV e
repetir exames em
1 ano;
Considerar
prevenção
farmacológica**

**PERFIL GLICÊMICO
NORMAL:**
Recomendar MEV e
repetir exames em
1 ano

**PERFIL GLICÊMICO
NORMAL:**
Recomendar MEV e
repetir exames em
3 anos

**GJ ≥ 100 e < 126 mg/dl E/OU
HbA1c $\geq 5,7$ e $< 6,5\%$**

TTGO-1h

< 209 mg/dl

$> \text{ou} = 209$ mg/dl

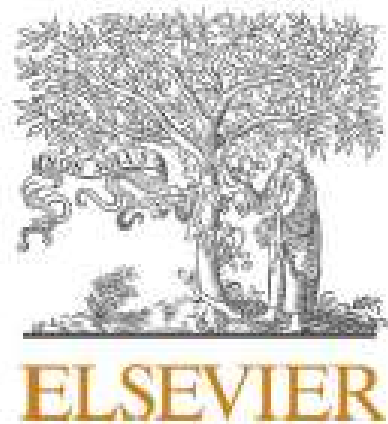
**≥ 3 fatores de risco ou
FINDRISC alto/muito alto**

TTGO-1h

155-208 mg/dl

< 155 mg/dl

**< 3 fatores de risco
ou FINDRISC
baixo/intermediário**



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Diabetes Research and Clinical Practice

journal homepage: www.journals.elsevier.com/diabetes-research-and-clinical-practice



International Diabetes Federation Position Statement on the 1-hour post-load plasma glucose for the diagnosis of intermediate hyperglycaemia and type 2 diabetes^{☆,☆☆}



A IDF recomenda oficialmente:

TTGO - 1h $\geq$ 155 mg/dL para o diagnóstico de Hiperglicemia Intermediária (pré-diabetes), identificando indivíduos de alto risco em um estágio mais precoce do que os critérios atuais.

TTGO - 1h é um preditor superior da progressão para DM2 e suas complicações associadas;

TTGO- 1h $\geq$ 209 mg/dL para o diagnóstico de Diabetes Tipo 2.

O uso do TTGO-1h para diagnóstico de DM2 e pré-diabetes!



Porque usar o TTGO- 1h

A adoção do TTGO- 1h permite a detecção da HI com uma antecedência média de 5,3 anos e do DM2 com 1,6 anos de antecedência em comparação com o teste de 2 h;

Indivíduos com TTGO-1h elevado, mesmo com tolerância à glicose normal (TGN), já apresentam disfunção das células beta e resistência à insulina, além de um perfil de risco cardiovascular e metabólico desfavorável.

TTGO - 1h alterado está fortemente associado a complicações micro e macrovasculares, apneia obstrutiva do sono, diabetes relacionado à fibrose cística e doença hepática esteatótica;

Conclusão

A implementação do TOTG de 1 hora melhora a precisão diagnóstica, é mais prático, custo-efetivo e facilita intervenções precoces, impactando favoravelmente a epidemia global de diabetes.

Referências

- Abdul-Ghani MA, Abdul-Ghani T, Ali N, DeFronzo RA. One-hour plasma glucose concentration and the metabolic syndrome identify subjects at high risk for future type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2008 Aug;31(8):1650-5. doi: 10.2337/dc08-0225.
- Abdul-Ghani MA, Abdul-Ghani T, Stern MP, Karavic J, Tuomi T, Bo I, et al. Two-step approach for the prediction of future type 2 diabetes risk. *Diabetes Care* 2011;34(9):2108–12.
- Ahuja V, Aronen P, Pramodkumar TA, Looker H, Chetrit A, Bloigu AH, et al. Accuracy of 1-hour plasma glucose during the Oral glucose tolerance test in diagnosis of type 2 diabetes in adults: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2021;44(4): 1062–9.
- Hong Sun *et al.* IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045, *Diabetes Research and Clinical Practice*, Volume 183, 2022.
- BERGMAN, Michael; MANCO, Melania; SATMAN, Ilhan; CHAN, Juliana; SCHMIDT, Maria Inês; SESTI, Giorgio; et al. International Diabetes Federation Position Statement on the 1-hour post-load plasma glucose for the diagnosis of intermediate hyperglycaemia and type 2 diabetes. *Diabetes Research & Clinical Practice*, v. 209, p. 111589, 2024. DOI:10.1016/j.diabres.2024.111589
- Fiorentino TV, Marini MA, Andrezzi F, Arturi F, Succurro E, Perticone M, et al. One-Hour Postload Hyperglycemia Is a Stronger Predictor of Type 2 Diabetes Than Impaired Fasting Glucose. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015 Oct;100(10):3744-51. doi: 10.1210/jc.2015-2573.
- Paddock E, Looker HC, Piaggi P, Knowler WC, Krakoff J, Chang DC. One-Hour Plasma Glucose Compared With Two-Hour Plasma Glucose in Relation to Diabetic Retinopathy in American Indians. *Diabetes Care*. 2018 Jun;41(6):1212-1217. doi: 10.2337/dc17-1900.
- Rodacki et al., Diagnóstico de diabetes mellitus. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2024). DOI: 10.29327/5412848.2024-1, ISBN:978-65-272-0704-7.

Obrigada!

t.herrerias@ufsc.br

