



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM FARMÁCIA**

**RAFAEL COSTA RODRIGUES DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA PELO ÍNDICE TyG EM  
USUÁRIOS ATENDIDOS EM UM LABORATÓRIO ESCOLA**

**CAMPINA GRANDE- PB**

**2024**

RAFAEL COSTA RODRIGUES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA PELO ÍNDICE TyG EM USUÁRIOS  
ATENDIDOS EM UM LABORATÓRIO ESCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Farmácia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Farmacêutico Generalista.

**Orientadora:** Profa. Dra. Danielle Franklin de Carvalho.

**CAMPINA GRANDE– PB**

**2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

O48a Oliveira, Rafael Costa Rodrigues de.  
Avaliação de resistência insulínica pelo índice TyG em usuários atendidos em um laboratório escola [manuscrito] / Rafael Costa Rodrigues de Oliveira. - 2024.  
31 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Danielle Franklin de Carvalho ,  
Coordenação do Curso de Enfermagem - CCBS. "

1. Resistência à Insulina . 2. Diagnóstico . 3. Índice TyG. I.

Título

21. ed. CDD 615

RAFAEL COSTA RODRIGUES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA INSULÍNICA PELO ÍNDICE TYG EM USUÁRIOS  
ATENDIDOS EM UM LABORATÓRIO ESCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Graduação em  
Farmácia da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à obtenção  
do título de Farmacêutico Generalista.

Aprovada em: 13/06/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

*Danielle Franklin de Carvalho*

---

Prof. Dra. Danielle Franklin de Carvalho (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Heronides dos Santos Pereira*

---

Prof. Dr. Heronides dos Santos Pereira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Maria do Socorro Ramos de Queiroz*

---

Profa. Dra. Maria do Socorro Ramos de Queiroz,  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha mãe e minha vó, que mostraram para mim a importância de ser humano, de amar de estudar e que sempre fizeram de tudo por mim, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Escrevo estes agradecimentos com os olhos marejados e a mente cheia de reflexões, relembro tudo que passou desde que entrei na universidade e cheguei em Campina Grande, vindo do interior. Para mim, é muito importante reconhecer todas as pessoas que me ajudaram a chegar até aqui.

Antes de tudo, agradeço à minha família, a quem dedico este trabalho.

À minha mãe, que me criou sozinha, fazendo das tripas coração para que nada me faltasse. Você me ensinou o verdadeiro significado do amor incondicional, sacrificando-se inúmeras vezes para que eu fosse feliz e tivesse uma infância completa. Foi você quem me mostrou que o único caminho para ser alguém na vida é através do estudo, sempre fazendo de tudo para que eu pudesse estudar. Sem você, eu não seria absolutamente nada. Agradeço especialmente por ter você como mãe; eu não mereço tanto.

À minha avó, minha segunda mãe, exemplo de força e perseverança. Você ajudou a minha mãe a me criar e sempre esteve ao meu lado, dando-me o mundo inteiro sem esperar nada em troca. Passou por situações inimagináveis, mas nunca perdeu a força de viver. Você faz minha vida muito mais completa e me dá vontade de viver por muito mais tempo. Agradeço por me dar a sabedoria e o amor acumulados em seus 90 anos. Espero um dia conseguir mostrar o quanto alcancei e dar-lhe orgulho. É para isso que vivo.

Aos meus amigos, dentro e fora da UEPB, que estiveram comigo nas alegrias e nas dificuldades, que me deram força nos momentos difíceis e me suportaram mesmo quando não fui um bom amigo. Vocês são a minha base, e sem vocês eu não seria nada.

À Daphne, Eduarda e Távata, minhas amigas mais antigas, pessoas em quem confio incondicionalmente e que sempre me apoiaram nas minhas decisões. Para mim, vocês são como família.

À Mirele, que é tão especial para mim que parece que a conheço desde a infância. Você me apoiou e acompanhou meus dilemas desde o ensino médio. Provavelmente a pessoa mais forte e inteligente que conheço, e por quem guardo uma admiração que não cabe no peito.

À Laura, minha primeira duplinha desde que cheguei à universidade, a quem conheci por ser prima da Mirele, quase como um arranjo do destino. É alguém por quem tenho extrema consideração e admiração.

Ao meu eterno grupo de amigas da universidade, Adrielle, Ana Beatriz, Letícia Farias e Laryssa. Vocês eram o motivo pelo qual eu ia para a UEPB mesmo quando estava desmotivado, pois, apesar de tudo, sempre íamos tomar café e fofocar na cantina. Agradeço pela paciência, mesmo quando discordávamos de certos assuntos. Vocês são pessoas incríveis que ultrapassaram o meio acadêmico e são para a vida toda.

À Virna e ao Eduardo, que são extremamente importantes para mim e que amo imensamente. Agradeço por estarem sempre ao meu lado, me ouvirem, me fazerem companhia nas situações mais adversas e, principalmente, por me acolherem na família de vocês. Vocês fizeram Campina ser muito mais quente e acolhedora. O que sinto por vocês é indescritível.

Agradeço aos meus professores, que facilitaram e inspiraram minha jornada acadêmica, mostrando que é possível vencer através do estudo.

À minha orientadora, Danielle Franklin, por me dar a oportunidade de participar de seus projetos de extensão e PIBIC desde o segundo ano de curso, por aceitar ser minha orientadora e por ser extremamente prestativa. Sou imensamente grato por todos os conhecimentos que adquiri nesse período como seu orientando. Muito obrigado por tudo, professora. Serei eternamente grato.

Ao Professor Heronides, por me aceitar como estagiário em seu laboratório, onde aprendi coisas que nunca aprenderia na universidade. Agradeço pela vontade de ensinar, valorizar o estudo e me inspirar a querer vencer através dele.

Às Mitishuia e Nelciete, que tornaram o estágio a melhor parte do meu dia. Por serem pacientes e me ensinarem com tanta maestria os procedimentos em meio à correria de um laboratório com alta demanda. Admiro e gosto de vocês imensamente.

À Professora Patrícia Freitas, minha inspiração acadêmica, que me acolheu em seu primeiro projeto de vigilância microbiológica e me hipnotizou com sua habilidade, inteligência e paixão por ensinar, que me fez querer seguir a carreira acadêmica. Uma professora que todos deveriam copiar e que copiarei um dia.

À Professora Socorro Queiroz, que desde o início do curso me cativou com sua imensa humanidade, especialmente nos cuidados na atenção básica, mostrando o

lado humano das pessoas que é tão importante quanto o que aprendemos na sala de aula.



## RESUMO

**Introdução:** a resistência insulínica (RI) é uma condição associada à falta de uma resposta adequada à insulina por parte das células dos músculos, gordura e fígado, comumente gerando dificuldades de absorção da glicose no sangue e podendo resultar no diabetes mellitus tipo 2. Seu diagnóstico, quando realizado precocemente, pode reduzir o risco do desenvolvimento desta patologia e suas complicações proporcionando uma melhor qualidade de vida para o indivíduo, além de reduzir os gastos com a saúde pública. Principalmente devido ao alto custo, sua investigação é pouco adotada na rotina dos serviços públicos de saúde, de forma que técnicas diagnósticas passaram a ser adaptadas, buscando maior facilidade no diagnóstico, maior usabilidade clínica e menores custos. O índice TyG (produto da concentração sérica de triglicerídeos pela glicemia de jejum) aparece como alternativa para tal diagnóstico, apresentando um bom valor discriminatório e baixo custo para sua realização. **Objetivo:** avaliar a ocorrência de resistência insulínica em usuários atendidos pelo serviço de um laboratório escola de uma instituição de ensino superior da Paraíba. **Métodos:** os dados foram coletados a partir dos prontuários eletrônicos de todos os usuários atendidos entre janeiro e abril de 2024 em um laboratório escola de uma universidade pública da Paraíba. Foram avaliados: idade, sexo, além dos resultados dos exames de triglicerídeos e glicemia de jejum, utilizados para o cálculo do índice Tyg. Os dados foram avaliados pelo SPSS 22.0 e em acordo com os preceitos éticos da Resolução 466/12. **Resultados:** a amostra foi composta por 154 pessoas com idade entre 2 e 90 anos, sendo 64,9% do sexo feminino e 35,1% do sexo masculino. Do total, 21,4% apresentaram algum nível de alteração da glicemia; 61,7% da amostra apresentava triglicerídeos acima dos valores de referência ajustados por idade, sendo 16,9% registrados em menores de 20 anos. A resistência insulínica foi observada em 43,5% da amostra, sendo todos os casos em maiores de 20 anos de idade. **Conclusão:** foi verificado que o índice TyG pode ser utilizado como ferramenta de fácil manejo e aplicabilidade no rastreamento da resistência à insulina na rotina clínica, sendo perceptível o seu aparecimento exclusivamente em adultos, sugerindo que fatores como idade, estilo de vida e hábitos alimentares estão associados com o desenvolvimento da resistência.

**Palavras-Chave:** resistência à insulina; diagnóstico; índice TyG.

## ABSTRACT

**Introduction:** Insulin resistance (IR) is a condition associated with the lack of an adequate response to insulin by muscle, fat, and liver cells, commonly leading to difficulties in glucose absorption in the blood and potentially resulting in type 2 diabetes mellitus. Early diagnosis can reduce the risk of developing this pathology and its complications, providing a better quality of life for the individual and reducing public health expenditures. Mainly due to high costs, its investigation is seldom adopted in routine public health services. Diagnostic techniques have been adapted to offer easier diagnosis, greater clinical usability, and lower costs. The TyG index (product of serum triglyceride concentration and fasting glucose) emerges as an alternative for such diagnosis, presenting good discriminatory value and low cost. **Objective:** To evaluate the occurrence of insulin resistance in users served by the laboratory school service of a higher education institution in Paraíba. **Methods:** Data were collected from the electronic records of all users attended between January 16, 2024, and April 4, 2024, at a laboratory school of a public university in Paraíba. Age, sex, and the results of triglycerides and fasting glucose tests, used to calculate the TyG index, were evaluated. Data were analyzed using SPSS 22.0 and in accordance with the ethical precepts of Resolution 466/12. **Results:** The sample consisted of 154 people aged 2 to 90 years, 64.9% female and 35.1% male. 21.4% showed some level of glucose alteration. 61.7% of the samples had triglycerides above age-adjusted reference values, with 16.9% recorded in those under 20 years. Insulin resistance was observed in 43.5% of the sample, with all cases in individuals over 20 years old. **Conclusion:** The use of the TyG index was noticeable as an easy-to-handle and applicable tool, allowing the screening of insulin resistance in patients undergoing routine exams, with its occurrence observed exclusively in adults, suggesting that factors such as age, lifestyle, and eating habits are associated with the development of IR.

**Keywords:** insulin resistance; diagnosis; TyG index.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1	Fisiopatologia e aspectos epidemiológicos da resistência insulínica	12
2.2	Diagnóstico .....	15
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
3.1	Objetivo Geral .....	17
3.2	Objetivos Específicos.....	17
<b>4</b>	<b>MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
4.1	Local de realização do estudo .....	18
4.2	População e Amostragem .....	18
4.3	Coleta de Dados.....	18
4.4	Crítérios de Elegibilidade.....	18
4.5	Variáveis de Estudo.....	18
4.6	Processamento dos dados e análise estatística .....	20
4.7	Aspectos éticos .....	20
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
5.1	Resultados .....	21
5.2	Discussão.....	23
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A insulina é o hormônio responsável pela regulação plasmática da glicose, sendo o principal responsável pela sua homeostase e pela sua absorção nos principais locais que absorvem energia. Quando as células presentes nestes locais de absorção energética não respondem aos estímulos da insulina circulante, desenvolve-se a resistência à insulina (RI), uma condição fortemente associada à obesidade, diabetes tipo 2 (DM2) e síndrome metabólica (Kosmas *et al.*, 2023).

Desta forma, na RI, a insulina não consegue realizar o metabolismo da glicose de forma normal, impedindo a sua absorção. Como forma compensatória, o organismo produz a glicose hepática, que também não será metabolizada, ocasionando o aparecimento de um quadro hiperglicemiante (Lee *et al.*, 2022).

No caso da presença de obesidade, a RI acontece, principalmente, pela alta liberação de ácidos graxos presentes no organismo, o que dificulta a captação normal de glicose. Já o DM2 resulta de uma falha na ação desse hormônio em transportar a glicose do sangue para o interior das células, fazendo com que a glicose se acumule no sangue. A RI, portanto, além de um problema *per si*, está relacionada ao aparecimento de inúmeras patologias, como o diabetes e síndrome metabólica já mencionadas, além de doenças cardiovasculares e aumento da incidência de acidente vascular cerebral isquêmico, decorrentes da presença do quadro hiperglicemiante (Santos; Ferriani; Mill, 2021).

O diagnóstico precoce da RI pode reduzir significativamente o risco do aparecimento das morbidades relacionadas. Existem alguns exames que podem ser solicitados para o diagnóstico da RI, entretanto, são pouco aplicados na rotina clínica devido aos seus altos custos de produção e por não serem parte da rotina laboratorial nos serviços públicos, tornando o diagnóstico da RI inacessível para a maioria da população (Santos; Ferriani; Mill, 2021).

É nesse contexto que surge o índice TyG (produto da concentração sérica de triglicerídeos pela glicemia de jejum), uma ferramenta de fácil aplicação e de baixo custo, uma vez que utiliza exames que são comumente aplicados na rotina laboratorial.

O TyG já foi validado em estudos que comprovam a sua alta sensibilidade para o diagnóstico da RI, mesmo em pacientes aparentemente saudáveis (Li; Miao; Li, 2023). A sensibilidade do índice foi comprovada em diversos estudos como os de

Simental-Mendía, Rodríguez-Morán e Guerrero-Romero (2008), Li, Miao e Li (2023) e Lee *et al.* (2016). Este último correlacionou o aumento dos valores de TyG com o risco do aparecimento de estenose arterial coronariana em indivíduos maiores de 18 anos que eram portadores de diabetes mellitus do tipo 2. Este mesmo estudo também conseguiu correlacionar o índice TyG com o HOMA-IR.

Portanto, a presente pesquisa busca avaliar a utilização do índice TyG como ferramenta para diagnóstico da RI.

Isso posto, uma pesquisa por métodos clínicos acessíveis que realizem o diagnóstico precoce da RI justifica-se, visto a crescente estatística de sobrepeso, obesidade e comorbidades na atualidade, o que tem aumentado a incidência de RI. Espera-se contribuir para o aperfeiçoamento da utilização da ferramenta para utilização futura na prática clínica, diminuindo a morbidade e, conseqüentemente, causando redução nos gastos com saúde pública.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Fisiopatologia e aspectos epidemiológicos da resistência insulínica

A insulina é um hormônio peptídico produzido no pâncreas que atua na regulação de carboidratos, lipídeos, proteínas e, principalmente, glicose. Após a alimentação, graças à elevação dos níveis plasmáticos de glicose, o pâncreas recebe um estímulo para aumentar a secreção de insulina, que irá permitir a absorção de glicose nos principais locais de absorção de energia: o músculo esquelético e cardíaco, o tecido adiposo e o fígado. Desta forma, a insulina é responsável por manter a glicose plasmática em níveis normais, ou seja, pela sua homeostase (Kosmas *et al.*, 2023).

A sinalização da insulina nos tecidos sensíveis ocorre através de um receptor específico na membrana da célula: o receptor de insulina. Este é constituído por quatro subunidades: duas  $\alpha$  e duas  $\beta$ . As duas primeiras estão na membrana do receptor e as duas últimas são transmembranares. Ao se ligar na subunidade  $\alpha$ , a insulina sinaliza para que as subunidades  $\beta$  adquiram uma atividade de cinase, que irá promover o recrutamento de proteínas adaptadoras e a fosforilação de inúmeros substratos. A partir daí, a formação desta cascata irá ocasionar uma translocação na proteína GLUT4, principal transportador de glicose. Desta forma, o GLUT4 permite a entrada de glicose na célula por meio de difusão facilitada (Ferrari *et al.*, 2019).

Aparecendo como um fenômeno fortemente associado à ocorrência de obesidade, a resistência à insulina (RI) é definida como uma condição na qual as células-alvo não respondem de forma devida aos estímulos da insulina circulante. O acúmulo de tecido adiposo observado na obesidade faz com que quantidades excessivas de ácidos graxos sejam liberados na circulação, dificultando a captação de glicose (Santos; Ferriani; Mill, 2021).

Graças à resistência, a insulina não consegue promover a absorção devida de glicose adquirida através da alimentação. De forma compensatória, o fígado realiza a produção de glicose hepática, que também não será inibida pela insulina. Assim, a RI cursa com uma elevação dos níveis plasmáticos de glicose, o principal sintoma da DM2, resultados da interrupção do metabolismo da glicose. (Lee *et al.*, 2022).

A não absorção de insulina causada pela RI está relacionada ao aparecimento de diversas patologias além da DM2. A Diabetes Mellitus (DM) acomete cerca de 15,1 milhões de brasileiros. A DM2, fortemente associada à RI, representa entre 90 e 95% dos casos de DM. Dados de 2019 apontam que a diabetes ocupava a 6ª posição em mortes por 100 mil habitantes, para ambos os sexos. A taxa de mortalidade específica por 100 mil habitantes para a diabetes passou de 12,8 em 1992 para 30,2 em 2019. Estima-se que a mortalidade para o indivíduo portador da diabetes seja 57% maior do que na população geral (SBD, 2023).

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2020), o Nordeste é a região com maior taxa de mortalidade pela diabetes, representando 37,5% das mortalidades por diabetes em 2017, no Brasil. O Norte representou 26,3%, o Sudeste 27,3%, o Sul 32,8% e o Centro-Oeste 30,7%. A DM também resulta uma carga financeira para a saúde pública do Brasil, uma vez que os indivíduos com diabetes apresentam maiores taxas de hospitalizações do que indivíduos saudáveis. A projeção para 2042 para os gastos com diabetes é de US\$ 29 bilhões, somente no Brasil. É estimado que se gasta 2 a 3 vezes mais com o indivíduo portador de diabetes do que com o indivíduo sem diabetes.

O gasto total amplo com diabetes, segundo a Federação Internacional de Diabetes, em 2019 alcançou o patamar de US\$ 52,3 bilhões. Este valor comporta, além dos gastos médicos diretos com diabetes, os indiretos, causados por fatores como afastamentos precoces do trabalho e perda de produtividade, que causa prejuízo para o país como um todo, não apenas para o sistema de saúde brasileiro (Costa *et al.*, 2023).

Sabe-se que, por si próprio, a presença de um quadro hiperglicemiante é extremamente prejudicial para o sistema cardiovascular. Entre algumas complicações pode-se citar a disfunção na parede do endotélio, o aumento do estresse oxidativo e o aumento dos produtos da glicação avançada, fatores estes que contribuem para a aterogênese (Ferrari *et al.*, 2019).

Já se correlacionou a RI ao aumento do aparecimento de inúmeras doenças cardiovasculares que, em sua maioria, são atribuídas à aterosclerose. Na RI, pela deficiência da sinalização de insulina, a glicose necessita alterar o seu metabolismo por meio de vias alternativas. Estas vias podem, justamente, representar alguns mecanismos responsáveis pelo surgimento de doenças cardiovasculares, contribuindo para aceleração da aterosclerose (Kosmas *et al.*, 2023).

Kosmas *et al.* (2023) ainda apontam para o desencadeamento de citocinas inflamatórias relacionadas ao aparecimento da aterosclerose na RI. O surgimento de dislipidemias causadas pela ausência do mecanismo regulador promovido pela insulina sobre os triglicerídeos e pelo aumento na redução da taxa de lipólise também contribuem para o surgimento de aterosclerose.

A RI também está associada ao acidente vascular cerebral isquêmico (AVC). Estudos mostraram que mais de 50,0% dos pacientes não diabéticos que tiveram AVC isquêmico transitório e 20,0% que tiveram o AVC possuíam a RI. A maioria dos AVCs isquêmicos são frequentemente causados por embolia, que ocorre quando coágulos desalojados se transportam até os vasos sanguíneos cerebrais, bloqueando-os (Ding *et al.*, 2022).

Na RI é comum o aparecimento de hiperatividade plaquetária, que se aderem com mais facilidade à parede do endotélio, promovendo a incidência de embolia. A disfunção da parede endotelial, a alta liberação de ácidos graxos, a lipotoxicidade, a promoção de aterogênese e, conseqüentemente, o risco de surgimento de aterosclerose causados na RI também podem facilitar a incidência do AVC isquêmico (Ding *et al.*, 2022).

Atualmente, a teoria de que a RI é causada pelo acúmulo de gordura, especialmente a gordura abdominal, causada pela obesidade, é bastante aceita. Existem algumas hipóteses para o mecanismo da resistência insulínica, todas, em sua maioria, mostrando que o excesso de lipídios é a principal causa para RI. Em 1963, Randle *et al.* demonstrou que a RI seria causada pela utilização limitada da glicose captada pela insulina. Esta limitação é atribuída à oxidação de ácidos graxos em pessoas com obesidade, que impede a utilização da glicose como fonte de energia. Segundo a demonstração, a oxidação de ácidos graxos impede a ação de enzimas glicolíticas importantes, impedindo o metabolismo da glicose. Esse mecanismo é conhecido como ciclo de Randle (LEE *et al.*, 2022).

Além disto, o acúmulo de gordura abdominal resulta em um excesso de lipídeos que, quando presentes no músculo esquelético, ocasionam a liberação de citocinas pró-inflamatórias, que prejudicam as principais fosforilações necessárias para a transdução dos sinais de insulina (Roberts *et al.*, 2013).

Tendo em vista que a RI está relacionada com o desenvolvimento de diversas enfermidades crônicas, como o aparecimento de doenças cardiovasculares, seu diagnóstico, quando realizado precocemente, pode reduzir o risco do desenvolvimento



destas patologias. Consequentemente, pode garantir uma melhor qualidade de vida para o indivíduo, além de reduzir gastos com a saúde pública no futuro (COUTO, 2017).

## 2.2 Diagnóstico

Alguns exames podem ser solicitados para o diagnóstico da RI, como o índice de sensibilidade à insulina (ISI), a insulinemia de jejum, a relação glicemia/insulinemia de jejum; o índice de *HOMA-IR* (*homeostasis model assessment for insulin resistance*) e o *QUICKI* (*quantitative insulin sensitivity check index*), que são baseados na glicemia e/ou insulinemia de jejum, além do teste de tolerância à glicose oral e a concentração plasmática de glicose (Pontes *et al.*, 2012).

Além destes, também são solicitados os exames denominados “padrão-ouro”, como as avaliações biomoleculares dos receptores e pós-receptores insulínicos e o teste de clamp euglicêmico-hiperinsulinêmico. Tais exames são pouco aplicados para o diagnóstico da RI devido ao grande custo de realização e por não fazerem parte da rotina nos serviços de saúde, tornando-os inacessíveis à maioria da população para realização deste diagnóstico (Vieira-Ribeiro *et al.*, 2019).

Especula-se que homens adultos com obesidade classe III possuem maior resistência insulínica do que mulheres em situações semelhantes. No entanto, adolescentes do sexo feminino com obesidade possuem resistência insulínica mais severa do que homens, em mesmas condições de raça e quantidade de tecido adiposo visceral. Também foi visto que o estrogênio pode aumentar a sensibilidade à insulina no tecido adiposo, o que sugere que mulheres após a menopausa possuem uma RI mais forte que mulheres que antes da menopausa, uma vez que nesta fase ocorre a diminuição do estrogênio (Wei *et al.*, 2023).

Também foi descrito que a presença de obesidade, especialmente abdominal, parece ser um fator extremamente significativo para o aparecimento da RI (Vieira-Ribeiro *et al.*, 2019). Neste contexto, o índice TyG surge como uma ferramenta de fácil aplicação, baixo custo e acessível para o diagnóstico da RI, uma vez que utiliza exames comumente utilizados na rotina laboratorial dos sistemas de saúde.

A utilização do índice TyG para diagnóstico de RI mostrou-se eficiente em estudos anteriores, atuando como marcador confiável para RI. Khan *et al.* (2018)

mostrou que o índice TyG pode prever a ocorrência de RI de maneira melhor quando comparado, inclusive, a marcadores como o HOMA-IR, além de ser considerado o marcador mais eficiente para o diagnóstico da Síndrome Metabólica (SM). Além disto, o estudo mostrou a capacidade do TyG de identificar o aparecimento de doenças cardiovasculares subjacentes quando comparados com outros marcadores de risco cardiovascular.

O TyG mostrou ter mais sensibilidade do que o HOMA-IR, que avalia a homeostase da insulina. A avaliação do HOMA-IR pode não ser sensível pela alta possibilidade de a insulina em jejum apresentar valores normais. O índice TyG é independente da insulina, uma vez que avalia apenas os triglicérides e a glicemia de jejum. Foi comprovado também que o TyG pode avaliar a presença de doença renal diabética, causada pela RI, mostrando que o aumento do índice TyG está diretamente relacionada com pacientes que apresentam a doença renal diabética, mostrando a importância da identificação precoce da RI e da doença renal diabética para o melhor manejo e melhora de prognóstico (Li *et al.*, 2023).

Já foi comprovada a capacidade do índice TyG de diagnosticar a RI e suas doenças subjacentes, mostrando maior sensibilidade do que quando comparado a outros métodos de diagnósticos, que são pouco aplicados pelo alto custo e por não serem comuns na rotina laboratorial. O índice TyG trata-se de uma ferramenta barata, de fácil manejo e aplicabilidade, por utilizar de exames comumente solicitados e realizados na rotina laboratorial. Portanto, faz-se necessário um aperfeiçoamento da utilização desta técnica. Este estudo também poderá servir de base para outros estudos posteriores (Li *et al.*, 2023).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar a ocorrência de resistência insulínica, segundo o índice Tyg, em usuários atendidos pelo Laboratório de Análises Clínicas do Campus I da UEPB, em Campina Grande-PB.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Descrever a amostra com relação à idade e ao sexo.
- Analisar a glicemia de jejum e os triglicerídeos dos usuários atendidos.
- Calcular o índice Tyg e classificar a ocorrência de resistência insulínica.
- Verificar a relação da resistência insulínica com a idade e o sexo.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Local de realização do estudo

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Análises Clínicas (LAC) localizado na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Campus I, em Campina Grande-PB.

### 4.2 População e Amostragem

A amostra do estudo incluiu todos os usuários que realizaram, no LAC, os exames requeridos para esse estudo, no período entre janeiro e abril de 2024; e cujos exames estavam disponíveis no sistema (amostragem de conveniência).

### 4.3 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada a partir do sistema do LAC (Labnet), sem contato com o usuário.

### 4.4 Critérios de Elegibilidade

Foram incluídos:

- Usuários que realizaram exames de triglicerídeos e glicemia de jejum no LAC entre janeiro e abril de 2024 com dados completos no sistema do laboratório.

### 4.5 Variáveis de Estudo

Resistência insulínica - variável avaliada por meio do índice TyG - produto entre a glicemia e a trigliceridemia de jejum ( $\text{Ln} [\text{Tg (mg/dL)} \times \text{Glicemia de jejum (mg/dL)/2}]$ ). Foi adotado como referência o percentil 90, sendo considerados alterados os valores iguais ou superiores a ele (SBD, 2019).

Índice Tyg: calculado por meio da fórmula  $[\text{Ln}(\text{triglicerídeos em jejum (mg / dL)} \times \text{glicose em jejum (mg / dL)})/2]$ . Para crianças até 7 anos, adotou-se como ponto de corte o valor 7,88, conforme proposto no estudo de Cardoso *et al.* (2019). Como não existem pontos de corte fixados para a faixa etária entre 8 e 20 anos, adotou-se como referência o percentil 90 (da população desta faixa etária),  $P_{90}\text{TyG}_{8-20} = 5,2$ , sendo considerados alterados os valores iguais ou superiores a ele (SBD, 2019). Para os adultos, foram utilizados os pontos de corte propostos para a população adulta mexicana, sendo valores de 4,55 para mulheres e de 4,68 para homens, uma vez que inexistente ponto de corte para a população brasileira (GUERRERO *et al.*, 2016).

### Variáveis clínicas

A glicemia de jejum e os triglicerídeos foram avaliados pelo método colorimétrico enzimático em aparelho WIERNER LAB METROLAB 2300 PLUS®.

Glicemia de jejum variável avaliada por meio de coleta de sangue laboratorial. Como critérios de referência para a glicemia, foram adotados os pontos de corte da Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes de 2023: normal ( $< 100,0$  mg/dL), pré-diabetes ( $100,0$  a  $< 126,0$  mg/dL) e diabetes ( $\geq 126,0$  mg/dL). Para efeito de análise estatística, os valores foram reclassificados em: normal ( $< 100,0$  mg/dL) e alterado ( $\geq 100,0$  mg/dL).

Triglicerídeos totais - classificados com base na referência da atualização das Diretrizes Brasileiras de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose (2017). Para crianças de até nove anos, valores ideais  $< 75,0$  mg/dL; entre 10 e 19 anos,  $< 90,0$  mg/dL e a partir dos 20 anos: normal:  $< 150,0$  mg/dL e alterado  $\geq 150,0$  mg/dL.

### Variáveis descritivas

Idade: em anos completos. Classificada em crianças e adolescentes: até 20 anos; adultos entre 20 e 60 anos e, idosos, quando  $\geq 60$  anos. Para realização

dos testes de associação, os valores foram reclassificados em: crianças e adolescentes: até 20 anos; adultos: > 20 anos.

Sexo: masculino ou feminino.

#### **4.6 Processamento dos dados e análise estatística**

Os dados foram tabulados no software Excel 2021® e analisados no SPSS 22.0®. Realizou-se análise descritiva através da frequência absoluta e relativa para as variáveis categóricas e da mediana e intervalo quartílico para as contínuas, que apresentaram distribuição não paramétrica no teste de Kolmogorov-Smirnov. A associação entre as variáveis clínicas com o sexo e a idade foi testada pelo teste de qui-quadrado de Pearson, considerando o nível de significância de 5% (intervalo de confiança – IC – de 95%).

#### **4.7 Aspectos éticos**

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba, recebendo o parecer de número 6.606.597. O estudo foi realizado em acordo com os preceitos éticos da Resolução 466/12.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Resultados

A amostra foi composta por 154 pessoas com idade entre 2 e 90 anos, sendo a mediana de 36 anos (IQ: 22,0 - 50,0), com 83,1% (n=128) da amostra apresentando 20 anos ou mais e 64,9% (n=100) do sexo feminino (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição das variáveis sociodemográficas dos 154 usuários da amostra avaliada. Campina Grande-PB, 2024.

<b>VARIÁVEL</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Idade</b>		
< 20 anos	26	16,9
<b>20 a 60 anos</b>	<b>106</b>	<b>68,8</b>
<b>≥ 60 anos</b>	<b>22</b>	<b>14,3</b>
<b>Sexo</b>		
<b>Feminino</b>	<b>100</b>	<b>64,9</b>
Masculino	54	35,1

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024

Do total de 154 usuários, 21,4% (n=33) apresentaram algum nível de alteração da glicemia, sendo que 7,8% (n=12) apresentavam hipoglicemia, o que sugere a necessidade de novas aferições para confirmar uma situação eventual ou resultado do desequilíbrio glicídico, sobretudo em usuários com diagnóstico de diabetes. A maioria da amostra, 61,7%, apresentava triglicerídeos acima dos valores de referência ajustados por idade (Tabela 2). Embora não tenha apresentado associação estatística com a idade ( $p>0,05$ ), chama à atenção que, do total de 59 casos de hipertrigliceridemia observados, dez (16,9%) foram registrados em menores de 20 anos (dados não tabulados).

Ainda na tabela 2 é possível observar que, no caso da resistência insulínica, os valores estiveram acima do valor de corte estabelecido, por faixa etária, em 43,5% da amostra (n = 67), sendo todos os casos em maiores de 20 anos de idade, de forma que o avanço da idade aumenta em cerca de 1,5 vezes o risco de desenvolver

resistência insulínica (RR = 1,426; IC95% = 1,243 – 1,636;  $p = 0,000$ ). Não houve associação estatística relacionada ao sexo ( $p = 0,614$ ) (dados não tabulados).

Tabela 2 – Distribuição da resistência insulínica pelo índice TyG e das variáveis bioquímicas relacionadas entre os 154 usuários da amostra avaliada. Campina Grande-PB, 2024.

VARIÁVEL	n	%
<b>Glicemia de jejum</b>		
	12	7,8
	121	78,6
	12	7,8
	09	5,8
<b>Triglicerídeos (mg/dL)</b>		
	95	61,7
	59	38,3
<b>Índice TyG (marcador de resistência insulínica)</b>		
	87	56,5
	67	43,5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Quando testadas pelo Kolmogorov-Smirnov, todas as variáveis contínuas apresentaram distribuição não paramétrica (idade:  $p_{K-S} = 0,021$ ; glicemia de jejum:  $p_{K-S} = 0,000$ ; triglicerídeos:  $p_{K-S} = 0,000$  e índice TyG:  $p_{K-S} = 0,032$ ). As medianas e respectivos intervalos quartílicos estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Mediana, intervalos quartílicos, valores mínimo e máximo relativos à idade, índice TyG e variáveis bioquímicas relacionadas entre os 154 usuários da amostra avaliada. Campina Grande-PB, 2024.

VARIÁVEL	MEDIANA	INTERVALO QUARTÍLICO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Idade	36,0	22,0 – 50,0	2	90
Glicemia de jejum (mg/dL)	82,5	76,1 – 92,3	59,9	296,5
Triglicerídeos (mg/dL)	122,5	79,8 – 180,8	32,0	689,0
Índice TyG	4,6	4,4 – 4,9	3,9	5,5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024



## 5.2 Discussão

Os resultados evidenciaram que todos os valores de TyG que ultrapassaram o ponto de corte foram registrados na população adulta (20 a 60 anos), o que pode ser atribuído a alguns fatores. Os valores do presente trabalho se encontram em concordância com o que se encontra na literatura, especialmente com relação às faixas etárias. A adoção de hábitos inadequados, como o consumo de alimentos ultraprocessados e o sedentarismo, contribuem para o aparecimento da obesidade, fator fortemente associado ao surgimento da resistência insulínica. Cardoso *et al.* (2019) apontam que estes hábitos são comuns em crianças e adolescentes, o que pode explicar já 16,9% (n=10) da amostra de menores de 20 anos com hipertrigliceridemia, mas o aumento progressivo destes hábitos pode acarretar na ocorrência e persistência da obesidade na vida adulta, ocasionando o aparecimento da RI.

Vieira-Ribeiro *et al.*, 2019 apontaram que, em crianças, comportamentos como o sedentarismo, a adoção de hábitos alimentares não-saudáveis e a presença de adiposidade central e total, contribuíram para o aparecimento da RI avaliada pelo índice TyG, em concordância com estudo de Ferreira, Nóbrega e França (2009)., que mostrou a relação positiva entre IMC (Índice de Massa Corporal) e resistência insulínica, avaliada pelo índice HOMA-IR.

Associado a isto, ocorre uma diminuição da secreção de insulina e queda progressiva da tolerância à glicose associada à idade. Zhao *et al.* (2023) apontaram que indivíduos mais velhos são mais susceptíveis a desenvolver RI, já que possuem um metabolismo de glicose reduzido quando comparados a indivíduos mais jovens, o que pode ser explicado pela diminuição progressiva da secreção de insulina, aumento do acúmulo de gordura visceral e presença de radicais livres que contribuem para o estresse oxidativo mitocondrial.

Além disto, mudanças ocorridas no músculo esquelético causadas pela idade, como a inevitável deterioração das células e da estrutura biológica do músculo induzem o aparecimento da RI em pessoas mais velhas. Outros fatores que aparecem com o envelhecimento como a disfunção mitocondrial, o acúmulo de lipídios intramiocelulares, inflamação, estresse oxidativo e as alterações nas atividades de

enzimas que regulam a sensibilidade à insulina tornam facilitam o aparecimento da resistência insulínica com a idade (Shou; Chen; Xiao, 2020).

Assim como o estudo de Souza *et al* (2019) e Cardoso *et al* (2019), foi possível notar a associação entre hipertrigliceridemia e hiperglicemia de jejum e resistência insulínica, principalmente pelo papel significativo que o excesso de gordura visceral e sua distribuição no corpo desempenham no aparecimento da RI.

Assim como nos estudos citados acima, este estudo contou com mais da metade das amostras do sexo feminino. Dados do Ministério da Saúde mostraram que os homens procuram menos os serviços de saúde do que as mulheres, graças a um estigma social imposto que causando a redução dos cuidados com a saúde. Além disto, as mulheres são estimuladas a procurar os serviços de saúde desde a adolescência, facilitando o cuidado preventivo, enquanto, em grande parte, os homens perdem este seguimento após passarem da fase de puericultura. A não correlação estatística com os sexos sugere que os valores de TyG acima do ponto de corte estabelecido possam estar associados com os hábitos e o estilo de vida dos pacientes em questão, independente do sexo.

## 6 CONCLUSÃO

A resistência insulínica está fortemente associada a hábitos alimentares, estilo de vida e avanço da idade, além da sua forte correlação com hipertrigliceridemia. O comportamento preventivo e a mudança de comportamentos nocivos para a saúde, como o sedentarismo e consumo de alimentos ultraprocessados, quando realizados desde a infância, podem reduzir o aparecimento da resistência insulínica.

Esse estudo mostrou que o índice TyG pode ser útil para detectar a presença da RI , em pacientes que já estarão realizando exames de rotina, evidenciando que se trata de uma excelente ferramenta de rastreamento, com a capacidade de prevenir as diversas consequências causadas pela resistência insulínica.

## REFERÊNCIAS

American Diabetes Association. 2: Classification and diagnosis of diabetes. **Diabetes Care**. 2019; 42(Suppl 1):S13-28. <https://doi.org/10.2337/dc19-S002>

BRASIL, Ministério da Saúde **Vigitel Brasil 2019: VIGILÂNCIA DE FATORES DE RISCO E PROTEÇÃO PARA DOENÇAS CRÔNICAS POR INQUÉRITO TELEFÔNICO**. 2020. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel\\_brasil\\_2019\\_vigilancia\\_fatores\\_risco.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf)> Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Caderneta de Saúde do adolescente feminina**, 2013. Disponível em <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderneta\\_saude\\_adolescente\\_feminina.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderneta_saude_adolescente_feminina.pdf)> Acesso em: 20 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Caderneta de Saúde do adolescente masculina**, 2012. Disponível em <[https://www.pim.saude.rs.gov.br/site/wp-content/uploads/2016/09/caderneta\\_saude\\_adolescente\\_menino.pdf](https://www.pim.saude.rs.gov.br/site/wp-content/uploads/2016/09/caderneta_saude_adolescente_menino.pdf)> Acesso em: 20 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. **OBESIDADE é porta de entrada para outras doenças**. Disponível em: <<https://saudebrasil.saude.gov.br/ter-peso-saudavel/obesidade-e-porta-de-entrada-para-outras-doencas>> Acesso em: 08 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. **O estigma social que envolve a saúde masculina**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-que-ro-me-exercitar/noticias/2022/o-estigma-social-que-envolve-a-saude-masculina>. Acesso em: 22 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **IMC em adultos**, 2017. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/component/content/article/804-imc/40509-imc-em-adultos>> Acesso em: 14 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. **Vigitel Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2019**. [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis.

CARDOSO, Matheus de Oliveira; PEREIRA, Lucas Fernando Souza; CASTRO, Frank Sousa; COSTA, Sérgio Henrique Nascente. ANÁLISE DO ÍNDICE DE TYG EM INDIVÍDUOS ATENDIDOS NO LABORATÓRIO CLÍNICO DA PUC GOIÁS. **Revista Brasileira Militar de Ciências**, [S.L.], v. 5, n. 13, p. 22-26, 12 dez. 2019. Fundacao Tiradentes. <http://dx.doi.org/10.36414/rbmc.v5i13.24>.

COBAS, Roberta *et al.* Diagnóstico do diabetes e rastreamento do diabetes tipo 2. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2023)**. DOI: 10.29327/557753.2022-2, ISBN: 978-85-5722-906-8.

COSTA, Ludmilla Ferreira da *et al.* Tendência temporal e gastos das internações com diagnóstico principal por diabetes mellitus no Sistema Único de Saúde do Brasil, 2011 a 2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 1-15, 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s2237-96222023000400006.pt>.

COUTO, A. N. **Estado nutricional de trabalhadores: implicações nos parâmetros bioquímicos, inflamatórios e adipocitocinas**. Tese (Mestrado em Promoção da Saúde) - Universidade de Santa Cruz do Sul. Santa Cruz do Sul, p. 134, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/1498>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

DING, Peng-Fei *et al.* Insulin resistance in ischemic stroke: mechanisms and therapeutic approaches. **Frontiers In Endocrinology**, [S.L.], v. 13, p. 1-15, 15 dez. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2022.1092431>.

FERRARI, Filipe *et al.* Biochemical and Molecular Mechanisms of Glucose Uptake Stimulated by Physical Exercise in Insulin Resistance State: role of inflammation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1139-1148, 2019. Sociedade Brasileira de Cardiologia. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20190224>.

FERREIRA, Aparecido Pimentel; NÓBREGA, Otávio de Tolêdo; FRANÇA, Nanci Maria de. Associação do índice de massa corporal e da resistência à insulina com síndrome metabólica em crianças brasileiras. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 93, n. 2, p. 147-153, ago. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2009000800013>.

Guerrero-Romero F, Villalobos-Molina R, Jiménez-Flores JR, Simental-Mendia LE, Méndez-Cruz R, Murguía-Romero M, et al. Fasting Triglycerides and Glucose Index as a Diagnostic Test for Insulin Resistance in Young Adults. **Arch Med Res** 2016; 47: 382- 87.

KHAN, Sikandar Hayat *et al.* Metabolic clustering of risk factors: evaluation of triglyceride-glucose index (tyg index) for evaluation of insulin resistance. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-8, 5 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13098-018-0376-8>.

KOSMAS, Constantine E. *et al.* Insulin resistance and cardiovascular disease. **Journal Of International Medical Research**, [S.L.], v. 51, n. 3, p. 030006052311645, mar. 2023. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/03000605231164548>.

LEE, Eun Young *et al.* Triglyceride glucose index, a marker of insulin resistance, is associated with coronary artery stenosis in asymptomatic subjects with type 2

diabetes. **Lipids In Health And Disease**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-7, 15 set. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12944-016-0324-2>.

LEE, Shin-Hae *et al.* Insulin Resistance: from mechanisms to therapeutic strategies. **Diabetes & Metabolism Journal**, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 15-37, 31 jan. 2022. Korean Diabetes Association. <http://dx.doi.org/10.4093/dmj.2021.0280>.

LI, Hui Fang; MIAO, Xia; LI, Ying. Influence of Insulin Resistance on Diabetes Nephropathy. **Medical Science Monitor**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 1-8, 1 jun. 2023. International Scientific Information, Inc.. <http://dx.doi.org/10.12659/msm.939482>.

LIBERMAN, M. Obesidade e resistência à insulina. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 97, n. 2, p. 92-93, ago. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2011001100001>.

MACHADO, V. A. *et al.* A obesidade infanto-juvenil, uma verdadeira epidemia: proposta de matriciamento das ações dos profissionais de saúde para o cuidado integral. **Revista Qualidadehc**, Ribeirão Preto, p. 70-75, mar. 2023.

PONTES, A. G. *et al.* Resistência à insulina em mulheres com síndrome dos ovários policísticos: relação com as variáveis antropométricas e bioquímicas. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 74-79, fev. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-72032012000200006>.

ROBERTS, Christian K. *et al.* Metabolic Syndrome and Insulin Resistance: underlying causes and modification by exercise training. **Comprehensive Physiology**, [S.L.], p. 1-58, jan. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/cphy.c110062>.

SANTOS, H. C. *et al.* Indicadores de obesidade e resistência à insulina: uma revisão sistemática. **Saúde e Pesquisa**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-19, 20 dez. 2021. Centro Universitario de Maringá. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9206.2021v14supl.1.e9602>.

SHOU, Jian; CHEN, Pei-Jie; XIAO, Wei-Hua. Mechanism of increased risk of insulin resistance in aging skeletal muscle. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-10, 11 fev. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13098-020-0523-x>.

SIMENTAL-MENDÍA, Luis E.; RODRÍGUEZ-MORÁN, Martha; GUERRERO-ROMERO, Fernando. The Product of Fasting Glucose and Triglycerides As Surrogate for Identifying Insulin Resistance in Apparently Healthy Subjects. **Metabolic Syndrome And Related Disorders**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 299-304, dez. 2008. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/met.2008.0034>.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Dados Epidemiológicos do Diabetes mellitus no Brasil**. 2023.

SOUSA, G. C. *et al.* A pandemia de COVID-19 e suas repercussões na epidemia da obesidade de crianças e adolescentes. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, [S.L.], v. 12, n. 12, p. 1-8, 11 dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.25248/reas.e4743.2020>.

SOUZA, Mariana Pimentel Gomes *et al.* Associação da resistência à insulina em pacientes portadores de diabetes mellitus tipo 1 com o estado nutricional, perfil glicêmico e lipídico. **Revista de Atenção A Saúde**, São Caetano do Sul, v. 19, n. 70, p. 7-16, 27 set. 2021.

VIEIRA-RIBEIRO, S. A. *et al.* The TyG index cutoff point and its association with body adiposity and lifestyle in children. **Jornal de Pediatria**, [S.L.], v. 95, n. 2, p. 217-223, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jped.2017.12.012>.

WEI, Ying *et al.* Sex differences in the association between adipose insulin resistance and non-alcoholic fatty liver disease in Chinese adults. **Biology Of Sex Differences**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-9, 9 out. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13293-023-00549-0>.

ZHAO, Xuefei *et al.* The crucial role and mechanism of insulin resistance in metabolic disease. **Frontiers In Endocrinology**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-25, 28 mar. 2023. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2023.1149239>.





