

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**ISABELE GÓES NOBRE**

**RISCO CARDIOMETABÓLICO DA OBESIDADE INFANTIL: aplicação de uma  
rede neural artificial na identificação dos principais fatores de risco  
associados ao sobrepeso e obesidade em crianças de 7 a 9 anos de idade**

Recife

2020

ISABELE GÓES NOBRE

**RISCO CARDIOMETABÓLICO DA OBESIDADE INFANTIL: aplicação de uma rede neural artificial na identificação dos principais fatores de risco associados ao sobrepeso e obesidade em crianças de 7 a 9 anos de idade**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para obtenção do Título de Doutora em Nutrição.

**Área de concentração:** Bases experimentais da Nutrição.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carol Góis Leandro

**Coorientador:** Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Marcos André Moura dos Santos

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Julie-Anne Nazare

Recife

2020

Catálogo na Fonte  
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

N754r Nobre, Isabele Góes.  
Risco cardiometabólico da obesidade infantil: aplicação de uma rede neural artificial na identificação dos principais fatores de risco associados ao sobrepeso e obesidade em crianças de 7 a 9 anos de idade / Isabele Góes Nobre. – 2020.  
99 f.: il.; tab.; quad.; 30 cm.

Orientadora: Carol Góis Leandro.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS.  
Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, 2020.  
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Obesidade pediátrica. 2. Consumo alimentar. 3. Doença cardiovascular. 4. Peso ao nascer. 5. Comportamento sedentário. I. Leandro, Carol Góis (Orientadora). II. Título.

612.3 CDD (20.ed.) UFPE (CCS2021-031)

ISABELE GÓES NOBRE

**RISCO CARDIOMETABÓLICO DA OBESIDADE INFANTIL: aplicação de uma rede neural artificial na identificação dos principais fatores de risco associados ao sobrepeso e obesidade em crianças de 7 a 9 anos de idade**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para obtenção do Título de Doutora em Nutrição.

Tese aprovada em 17/02/2020

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profº. Drº. Marcellus Brito de Almeida  
Centro Acadêmico de Vitória - CAV / UFPE

---

Profº. Drº. Mauro Virgílio Gomes de Barros  
Escola Superior de Educação Física – UFPE

---

Profª Drª Wylla Tatiana Ferreira e Silva  
Centro Acadêmico de Vitória - CAV / UFPE

---

Profº. Drº. Rafael dos Santos Henrique  
Centro Acadêmico de Vitória - CAV / UFPE

---

Profº. Drº. João Henrique da Costa Silva  
Centro Acadêmico de Vitória - CAV / UFPE

Pelo apoio e amor incondicional, pelo cuidado, pelas orientações e pelas diversas renúncias ao longo da vida, que me permitiram chegar aonde estou hoje. À minha mãe “Elizabeth Luna Góes Nobre” e ao meu pai “Arthur Ferreira Nobre Neto”, dedico não só a minha tese, mas a minha vida.

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por sempre estar a frente dos meus passos, por abrir os mais belos caminhos e por estar sempre presente na minha vida.

Agradeço a minha família: Minha mãe (Elizabeth Luna Góes Nobre), ao meu pai (Arthur Ferreira Nobre Neto) e a minha irmã (Gabriela Góes Nobre) por serem o meu alicerce sempre. Aos meus pais, agradeço por me proporcionar tudo de melhor mesmo quando a vida não era tão fácil; agradeço por me darem os melhores exemplos de vida; agradeço pela paciência; agradeço pelo amor e dedicação todos os dias. Sou grata por ser quem eu sou hoje, profissional e pessoalmente, e sobre isso, eu só posso agradecer a vocês. A minha irmã, agradeço pelo companheirismo, amizade, amor, cuidado e proteção que sempre tem comigo.

Agradeço ao meu namorado (José Roberto Scalone Barbosa), por estar sempre ao meu lado; agradeço por comemorar minhas vitórias e por enxugar minhas lágrimas quando preciso; agradeço por demonstrar seu amor de infinitas formas; agradeço inclusive por tanto me ajudar na execução dessa tese.

Agradeço aos meus avós, pelo amor, carinho e orgulho que sempre demonstram por mim. A minha avó Carminha e ao meu avô Cristóvão, por estarem e por sempre se fazerem presentes na minha vida. À minha avó Olga, que não está mais presente fisicamente, mas continua presente nos nossos corações. Agradeço àquele que transbordava de orgulho, àquele que disse que eu era doutora mesmo antes de ser, àquele que disse que eu fui pra França descobrir a cura de diabetes, àquele que infelizmente não está mais presente a 3 meses nas nossas vidas, mas que também sempre estará nos nossos corações, vovô Mario.

Agradeço a minha família por parte de mãe e pai, e a família Espaço Acqua, por sempre acreditarem em mim e por sempre vibrarem as minhas vitórias.

Aos meus orientadores: Agradeço a minha orientadora Professora Carol Leandro pela minha formação científica, por se dispor a me ensinar e acreditar no meu potencial. Obrigada pela confiança, obrigada pelas oportunidades dadas, obrigada pelo crescimento proporcionado e obrigada pela compreensão sempre. Obrigada por abrir as portas para um mundo que eu quero trazer para a minha vida. Agradeço ao meu coorientador Professor Marcos André, pelos ensinamentos (desde a graduação), pela parceria, colaboração e amizade. Agradeço a Professora Julie-Nazare, minha orientadora na França, por ser uma agulha no palheiro. Por ser uma pessoa prestativa, compreensiva, disposta a ajudar em TUDO. Lhe admiro por ser uma pesquisadora

incrível, e agradeço por todo o conhecimento que eu adquiri durante esse período. Não conseguiria expressar em palavras a gratidão que tenho, merci por tout!

Agradeço em ESPECIAL aos mestrandos com quem trabalhei nos últimos anos: Gabi, Bella, Tafnes, Ravi e Camilla. Tive sorte de nossos caminhos se cruzarem ao longo desse período. Vocês são pessoas incríveis, pesquisadores incríveis, vocês têm um futuro brilhante pela frente. Eu me sinto honrada em fazer parte da história de vocês, e lhes agradeço demais por terem feito parte da minha também. Obrigada por tudo. Essa pesquisa só foi possível por conta de vocês.

Agradeço aos nossos alunos de iniciação científica: Kevin, Maria Vitória, Maria Carla e Cleiton. Vocês também foram fundamentais nesse processo, obrigada pela dedicação, ajuda e disponibilidade.

Agradeço a cada um que contribuiu para que essa pesquisa pudesse acontecer. Agradeço a cada diretor de cada escola de nos recebeu, agradeço pela gentileza, ajuda e pela disponibilidade. Agradeço às professoras pela paciência e ajuda em cada dia de coleta que estivemos realizando. Agradeço aos pais que além de nos ajudar, confiaram no nosso trabalho e colocam seus filhos a nossa disposição. Às crianças, principais agentes dessa pesquisa, que além de nos proporcionarem material para os nossos trabalhos, nos proporcionaram momentos de diversão, descontração e também aprendizado. OBRIGADA!

Agradeço as pessoas que tive a honra de conhecer ao longo desse período e agradeço as que permaneceram comigo ao longo dos últimos anos. Obrigada as pessoas que compartilharam comigo um dos anos mais incríveis da minha vida. Jéssica, Monique, Whyara, Allan, Foch e Jesus, vocês são incríveis, são presentes, caíram do céu para passar os dias comigo na França. A jornada fora do nosso país não é fácil, porém com vocês tudo se tornou mais leve. #MerciCapes

Agradeço a toda equipe da pós-graduação em nutrição (Posnutri/UFPE), que desempenha seu trabalho com muita seriedade, eficácia e excelência.

Por fim, agradeço todo o apoio financeiro fornecido pela FACEPE, CAPES e CNPq. Sem esse apoio não conseguiríamos realizar esta pesquisa.

## RESUMO

O primeiro objetivo foi analisar a relação do sobrepeso e obesidade com o perfil cardiometabólico em crianças; e investigar essas associações após ajustes para a composição corporal, consumo alimentar, dados do nascimento, variáveis demográficas e indicadores do sedentarismo. O segundo objetivo foi estabelecer a partir de uma rede neural artificial (RNA), um modelo preditivo do excesso de peso infantil a partir do reconhecimento e seleção de padrões associados ao peso ao nascer (PN), à idade gestacional, ao déficit estatural, ao consumo alimentar, ao nível de atividade física (NAF), ao tempo em frente a TV e ao contexto familiar. Nossa amostra total foi composta por 166 crianças, dessas 85 estavam eutróficas, 34 tinham sobrepeso e 47 tinham obesidade. Foram avaliados: idade gestacional (IG), peso ao nascer (PN), pressão arterial sistólica e diastólica, glicemia, triglicerídeos, colesterol total e frações, ingestão alimentar (quantidade e contribuição calórica), NAF, tempo em frente a TV e contexto familiar. Foram realizadas análises de covariância e redes neurais artificiais. No primeiro artigo, as crianças com obesidade, apresentaram consumo aumentado de carboidratos e sódio quando comparadas as crianças com eutrofia. A partir da introdução dos covariáveis de controle, os ajustes da composição corporal, deixam claro que a adiposidade é um fator crítico para o desenvolvimento dos fatores associados as doenças cardiometabólicas. No segundo artigo, identificamos que a IG, a ingestão calórica diária e o PN como principais determinantes do excesso de peso em crianças. Além disso, o contexto familiar atrelado a fatores socioeconômicos, como o numero de moradores no domicílio, tiveram grande impacto na previsão do excesso de peso. Já, o NAF foi a variável de menor importância. O rastreamento do sobrepeso, da obesidade e dos fatores de risco cardiometabólicos para a vida adulta, apresentados nesse estudo, sugerem que o controle do ganho excessivo de peso na infância provavelmente trará benefícios a longo prazo. Sendo assim, deve-se levar em consideração que os fatores de risco modificáveis, como um consumo alimentar inadequado, podem ser evitados ao longo da vida.

**Palavras-chave:** Obesidade pediátrica. Consumo alimentar. Doença cardiovascular. Peso ao nascer. Comportamento sedentário.

## ABSTRACT

The first objective was to analyze the relationship between overweight and obesity with the cardiometabolic profile in children; and to investigate these associations after adjustments to body composition, food consumption, birth data, demographic variables and sedentary lifestyle indicators. The second objective was to establish, based on an artificial neural network (ANN), a predictive model for overweight in children based on the recognition and selection of patterns associated with birth weight (BW), gestational age, height deficit, food consumption, and the physical activity level (PAL), time in front of TV and family context. The entire sample consisted of 166 children, of whom 85 were eutrophic, 34 were overweight and 47 were obese. The variables analyzed were: gestational age, BW, systolic and diastolic blood pressure, blood glucose, triglycerides, total cholesterol and fractions, food intake (amount and caloric contribution), PAL, time in front of TV and family context. Analysis of covariance and artificial neural networks were performed. In the first study, children with obesity also showed an increased consumption of carbohydrates and sodium when compared to children with normal weight. From the introduction of adjustment models, the adjustments of body composition, showed that adiposity is a critical factor for the development of factors associated with cardiometabolic diseases. In the second study, we identified that gestational age, daily caloric intake and BW as the main determinants of overweight. In addition, the family context linked to socioeconomic factors, such as the number of residents in the household, had a great impact on overweight. However, PAL was the least important variable. Screening for overweight, obesity and cardiometabolic risk factors for adulthood suggests that controlling excessive weight gain in childhood is likely to have long-term benefits. Therefore, it must be considered that modifiable risk factors, such as inadequate food consumption, can be avoided throughout life.

**Keywords:** Pediatric Obesity. Food Consumption. Cardiovascular Diseases. Birth Weight. Sedentary Behavior.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Representação de um neurônio biológico.....	30
Figura 2 –	Representação simplificada de um neurônio artificial, mostrando entradas, pesos, soma dos pesos, função de ativação e saída.....	31
Figura 3 –	Representação diagramática de uma rede neural de alimentação de entrada. Os círculos representam os neurônios e as linhas representam as entradas, saídas e o peso das conexões entre os neurônios.....	32
Figura 4 –	Fluxograma das cinco fases do estudo.....	38
Figura 5 –	Avaliação antropométrica.....	39
Figura 6 –	Avaliação da composição corporal.....	41
Figura 7 –	Avaliação da pressão arterial.....	42
Figura 8 –	Avaliação das taxas bioquímicas sanguíneas.....	43
Figura 9 –	Avaliação do consumo alimentar através do R24h e álbum fotográfico.....	44
Figura 10 –	Esquema estrutural da RNA. Cada linha é o peso que conecta uma camada à seguinte. O modelo proposto envolveu 12 variáveis de entrada, 2 neurônios na camada oculta e um neurônio na camada de saída.....	60
Figura 11 –	Curva ROC para predição da eutrofia e excesso de peso nas crianças dos 7 aos 9 anos.....	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Classificação do peso ao nascer.....	38
Quadro 2 –	Equações de predição do percentual de gordura corporal.....	40
Quadro 3 –	Valores referenciais das taxas bioquímicas sanguíneas para crianças.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativas de fiabilidade dos diferentes testes e medidas realizados (valores de correlação intraclassa (R) que se situa sempre, entre 0 e 1) .....	47
Tabela 2 – Prevalência amostral de características demográficas, dados de nascimento e indicadores de estilo de vida sedentário segundo estado nutricional.....	51
Tabela 3 – Estatística descritiva (média, desvio-padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança) do peso ao nascer, antropometria, composição corporal, pressão arterial e marcadores bioquímicos de acordo com estado nutricional.....	52
Tabela 4 – Estatística descritiva (média, desvio-padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança) do consumo alimentar de acordo com estado nutricional.....	53
Tabela 5 – Análise de covariância (médias e erros padrão) mostrando alteração estimada na pressão arterial média e marcadores bioquímicos, após ajuste por composição corporal, dados de nascimento, variáveis demográficas, indicadores de consumo alimentar e estilo de vida sedentário em crianças de acordo com o estado nutricional.....	54
Tabela 6 – Valores percentuais das características antropométricas e demográficas, dados de nascimento e indicadores de estilo de vida sedentário e contexto familiar em crianças com eutrofia e sobrepeso.....	57
Tabela 7 – Estatística descritiva (média, desvio-padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança) da amostra com eutrofia e excesso de peso.....	58
Tabela 8 – Variáveis de entrada e saída para os modelos de rede neural artificial.....	59
Tabela 9 – Desempenho da rede neural.....	61
Tabela 10 – Indicadores do excesso de peso em crianças dos 7 aos 9 anos.....	62

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AP.	Alimentos processados
AUP.	Alimentos ultraprocessados
BPN.	Baixo peso ao nascer
CT.	Colesterol total
DCNT.	Doença crônica não transmissível
DM2.	Diabetes mellitus tipo 2
EPN.	Elevado peso ao nascer
HAS.	Hipertensão arterial sistêmica
HDL.	Lipoproteína de alta densidade
IDHM.	Índice de desenvolvimento humano municipal
IG.	Idade gestacional
IMC.	Índice de massa corporal
LDL.	Lipoproteína de baixa densidade
MG.	Massa gorda
MLG.	Massa livre de gordura
NHBPEP.	Programa Nacional de Educação para Pressão Alta
NAF.	Nível de atividade física.
PA.	Pressão arterial.
PAD.	Pressão arterial diastólica.
PAQ-C.	Questionário de nível de atividade física
PAS.	Pressão arterial sistólica.
PMC.	Redes perceptron multi-camadas
PN.	Peso ao nascer.
RNA.	Redes neurais artificial.
RCM.	Riso cardiometabólico
RCV.	Risco cardiovascular
R24h.	Recordatório 24 horas.
TTV.	Tempo em frente à televisão.
%GC.	Percentual de gordura corporal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
2.1	OBESIDADE E A ASSOCIAÇÃO COM A TRANSIÇÃO NUTRICIONAL E O DUAL BURDEN.....	19
2.2	OBESIDADE INFANTIL: ASPECTOS ENVOLVIDOS NAS CAUSAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS.....	21
2.2.1	<b>Origem perinatal da obesidade e fatores relacionados.....</b>	<b>21</b>
2.2.2	<b>A transição nutricional e o consumo de alimentos ultraprocessados.....</b>	<b>23</b>
2.2.3	<b>Fatores condicionantes ao comportamento sedentário.....</b>	<b>24</b>
2.2.4	<b>Riscos cardiometabólicos da obesidade infantil.....</b>	<b>26</b>
2.2.5	<b>A obesidade infantil: Crescimento e composição corporal.....</b>	<b>27</b>
2.3	REDES NEURAIS ARTIFICIAIS.....	29
2.3.1	<b>O neurônio biológico.....</b>	<b>30</b>
2.3.2	<b>O neurônio artificial.....</b>	<b>31</b>
2.3.3	<b>Redes perceptron multi-camadas (PMC).....</b>	<b>31</b>
2.3.4	<b>Aplicações das RNAs na área da saúde.....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>34</b>
3.1	OBJETIVOS GERAIS .....	34
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
<b>4</b>	<b>HIPÓTESES .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
5.1	LOCAL DO ESTUDO .....	36
5.2	AMOSTRA.....	36
5.3	PESO AO NASCER E IDADE GESTACIONAL.....	38
5.4	ANTROPOMETRIA.....	39
5.5	COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	40
5.6	FUNÇÃO CARDIOVASCULAR.....	41
5.7	INDICADORES BIOQUÍMICOS DO SANGUE.....	42
5.8	AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR.....	43
5.9	INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS E COMPORTAMENTAIS.....	44

5.10	NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E TEMPO EM FRENTE A TELEVISÃO.	45
5.11	CONTROLE DE QUALIDADE DE INFORMAÇÃO.....	45
<b>5.11.1</b>	<b>Dobras cutâneas.....</b>	<b>45</b>
<b>5.11.2</b>	<b>Pressão arterial.....</b>	<b>46</b>
<b>5.11.3</b>	<b>Recordatório de 24h.....</b>	<b>46</b>
5.12	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	48
<b>5.12.1</b>	<b>Procedimento adotado para análise de covariância.....</b>	<b>48</b>
<b>5.12.2</b>	<b>Procedimento adotado para as RNAs.....</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
6.1	ARTIGO 1: OBESITY AND CARDIOVASCULAR RISK IN CHILDREN FROM 7 TO 9 YEARS: INFLUENCES OF BIRTH WEIGHT, BODY COMPOSITION, FOOD CONSUMPTION AND SEDENTARY LIFESTYLE INDICATORS.....	50
6.2	ARTIGO 2: USE OF AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK IN THE IDENTIFICATION OF THE MAIN RISK FACTORS RELATED TO THE OVERWEIGHT IN CHILDREN 7 TO 9 YEARS.....	55
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>63</b>
7.1	LIMITAÇÕES DE ESTUDO.....	68
7.2	PONTOS FORTES DO ESTUDO.....	69
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>70</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>71</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE C – RECORDATÓRIO 24H.....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE D – INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS.....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO SOBRE ATIVIDADE FÍSICA REGULAR- PAQ.....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....</b>	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A elevada prevalência de sobrepeso e obesidade infantil tem sido considerado um dos maiores problemas de saúde pública nas últimas décadas (NEHUS, EDWARD; MITSNEFES, MARK, 2019). No mundo, cerca de 41 milhões de crianças até os 5 anos de idade estão com sobrepeso ou obesidade (WHO, 2018). No Brasil, um estudo de metanálise (21 estudos, total 18.463 crianças e adolescentes) encontrou uma prevalência de 14,1% de obesidade em crianças com idade escolar (MARIA AIELLO; MARQUES DE MELLO; SOUZA NUNES; SOARES DA SILVA *et al.*, 2015). Segundo dados do IBGE, a prevalência de sobrepeso e obesidade varia de acordo com as diferentes regiões do Brasil. Um estudo realizado por FRADKIN; VALENTINI; NOBRE e DOS SANTOS (2018), identificou aumento na prevalência de sobrepeso para as regiões Norte e Nordeste (13,9% e 10,5%, respectivamente), e um aumento da prevalência de obesidade para as regiões Sul, Norte e Nordeste (9,4%, 8,4% e 5,5%, respectivamente) (LONGO-SILVA; SILVEIRA; DE MENEZES; DE AGUIAR TOLONI, 2017). FRADKIN; VALENTINI; NOBRE e DOS SANTOS (2018) também observou que 87% da população do Nordeste está classificada nos estratos econômicos mais baixos, quando comparados com a região Sul. Embora seja assinalado um gradiente de prevalências em crianças de diferentes estratos socioeconômicos, a obesidade se difunde como um problema que afeta ricos e pobres (GONZALEZ-CASANOVA; SARMIENTO; PRATT; GAZMARARIAN *et al.*, 2014).

O aumento da aquisição e do consumo de alimentos ricos em gorduras e açúcares está associado ao aumento da obesidade em países de baixa e média renda (MONTEIRO; MOUBARAC; CANNON; NG *et al.*, 2013). Na China, um estudo realizado com 1626 estudantes entre 7 e 16 anos, identificou que mais de 43,5% desses jovens consomem *fast-foods*, e desses, 11,1% eram obesos e 19,7% tinham obesidade central (ZHAO; WANG; XUE; WANG *et al.*, 2017). O baixo nível de escolaridade materna (até o ensino fundamental) aumentou em 57% as chances do consumo de *fast-foods* (ZHAO; WANG; XUE; WANG *et al.*, 2017). No Brasil, um estudo realizado com 2866 adolescentes com idades entre 10 e 19 anos residentes de Pernambuco, também verificou uma associação positiva entre consumo de ultraprocessados, prevalência de sobrepeso e obesidade e nível de escolaridade materna (LONGO-SILVA; SILVEIRA; DE MENEZES; DE AGUIAR TOLONI, 2017). A

associação de insegurança alimentar com sobrepeso e obesidade varia de acordo com a renda da região (FAO; WFP; UNICEF, 2019). Em regiões em crescimento e/ou com renda média-alta, a insegurança alimentar aumenta a probabilidade de sobrepeso ou obesidade em algumas faixas etárias (FAO; WFP; UNICEF, 2019).

Ao longo dos últimos anos, a cidade de Vitória de Santo Antão vem passando por um processo de mudanças econômicas, demográficas e epidemiológicas. Na área da educação, entre o ano de 1991 e 2010, a proporção de jovens e crianças frequentando ou tendo completado os ciclos escolares, apresentou um aumento de até 51,19% (IDEB, 2017). A renda per capita média cresceu 100,33% entre os anos de 1991 e 2010, passando de R\$ 200,25 para R\$ 401,16 (IBGE, 2011). O percentual de indivíduos em extrema pobreza e pobreza reduziu de 30,17 para 10,51% e de 60,95 para 25,19%, respectivamente (BRASIL, 2013; IBGE, 2011). Além disso, houve aumento da expectativa de vida, redução da mortalidade infantil, melhora no abastecimento de água e da energia elétrica, entre outros (BRASIL, 2013; IBGE, 2011). Subjacente ao processo de transição econômica, demográfica e epidemiológica, ocorreram outras mudanças significativas, no que se refere à geração de renda, estilos de vida e especialmente, as demandas nutricionais (POPKIN, BARRY M, 2001).

A mudança no perfil nutricional da população de Vitória de Santo Antão pode ser identificada através da redução da prevalência de desnutrição, do aumento dos casos de obesidade ou da coexistência de ambos. XAVIER; MARREIRA; DA SILVA; DA ROCHA MALTA *et al.* (2017) avaliou 1.165 crianças vitorienses (5-10 anos) entre os anos de 2010 e 2011, e observou nas meninas a ocorrência de desnutrição (0,88 - 1,3%) e baixo peso (0,9 - 4,8%) em todas as faixas etárias, e nos meninos, observou uma elevada prevalência de sobrepeso (11,5 - 25,2%) e obesidade (3,8 - 12,1%). Em 2011, OLIVEIRA; DE SIQUEIRA; CORDEIRO; GUERRA *et al.* (2011) identificou uma prevalência de baixo peso de 7,5% e de excesso de peso de 19,2% entre 255 adolescentes (10-19 anos) vitorienses de ambos os sexos. No ano de 2012, BARRETO-NETO; DE ANDRADE; DE MENEZES LIMA e DA SILVA DINIZ (2015) identificou uma prevalência de 17,8% de excesso de peso em escolares de 10 aos 19 anos matriculados em 39 escolas públicas e privadas de Vitória de Santo Antão. Apesar da região se caracterizar pela produção de hortaliças, verduras e tuberosas, BARRETO-NETO; DE ANDRADE; DE MENEZES LIMA e DA SILVA DINIZ (2015) também identificou um elevado consumo de alimentos que estão diretamente

relacionado ao risco cardiometabólico, como embutidos e enlatados, refrigerantes, *fast-foods* e sucos artificiais.

Embora o ambiente atual seja importante para o estabelecimento da obesidade, estímulos ocorridos na vida perinatal têm sido considerados em recentes estudos (ALMEIDA; DIAS-ROCHA; SOUZA; MUROS *et al.*, 2017; MARTINEZ GARCIA; JIMENEZ ORTEGA; GONZALEZ TORRES; ORTEGA, 2017). Uma nutrição equilibrada durante a gestação e lactação é determinante para o crescimento e desenvolvimento da criança (MARSEGLIA; MANTI; D'ANGELO; CUPPARI *et al.*, 2015). Estudos tem demonstrado uma associação entre o baixo peso ao nascer e risco de doenças cardiometabólicas na vida adulta (KNOP; GENG; GORNY; DING *et al.*, 2018; KOPEC; SHEKHAWAT; MHANNA, 2017; OZANNE; HALES, 2004). Estímulos ambientais, na vida pré-natal, estão relacionados a uma redução da capacidade metabólica, habilidade do corpo para manter a homeostase (WELLS, 2018). Já na vida pós natal, o estilo de vida e o ambiente, impõe uma carga metabólica que desafia a habilidade do corpo a manter a homeostase a nível de células, órgãos e tecidos (WELLS, 2018). Em animais, uma dieta hiperlipídica pós-desmame oferecida a ratos submetidos a uma dieta hipoproteica perinatal, resultou em um maior peso relativo de gordura e maior colesterol total na prole (ALHEIROS-LIRA; JUREMA-SANTOS; DA-SILVA; DA-SILVA *et al.*, 2017). Estes resultados sugerem que fatores ambientais (carga), como a dieta hiperlipídica, podem modular os efeitos da desnutrição perinatal (capacidade), elevando o risco de doenças metabólicas, como a obesidade (WELLS, 2018).

O uso de técnicas computacionais na identificação de fatores de risco relacionados a obesidade é de grande relevância no processo de tomada de decisões acerca do planejamento e intervenção de saúde pública preventiva e curativa (BEHESHTI; JALALPOUR; GLASS, 2017). As redes neurais artificiais (RNA) são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através do aprendizado a partir do ambiente (ARBIB, 2003). A utilização das RNA pode ser uma estratégia rápida, eficiente e segura, surgindo como uma alternativa ao uso de técnicas clássicas, principalmente em situações onde são exibidas variáveis dependentes e independentes complexas (ARBIB, 2003). A partir de uma RNA, BORZOUEI e SOLTANIAN (2018) conseguiram identificar em 234 indivíduos, a circunferência de cintura e idade, como principais fatores de risco para o

desenvolvimento da *diabetes mellitus* tipo 2. Nesse contexto, a RNA terá a capacidade de detectar todas as prováveis interações entre peso ao nascer, prematuridade, *déficit* estatural, composição corporal, nível socioeconômico, nível de atividade física e consumo alimentar de crianças dos 7 aos 9 anos de idade, e estabelecer a força dessas variáveis no quadro de sobrepeso e obesidade infantil.

Esse estudo foi desenvolvido do âmbito do Projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão. O projeto Crescer com Saúde, foi instalado em 2009 na cidade de Vitória de Santo Antão, localizada a 55 km de distância do Recife, na Zona da mata sul do estado de Pernambuco. Inicialmente, o projeto Crescer com Saúde esteve associado a avaliação de características referentes ao crescimento somático, composição corporal, coordenação motora, aptidão física e nível de atividade física habitual e implementado programas de intervenção com escolares da rede municipal de ensino. Ao longo desse trajeto, observou-se o crescente número de crianças com sobrepeso e obesidade, então uma nova vertente associada a presente tese, começou a ser desenvolvida. Novas perspectivas de rastreamento do excesso de peso, associadas ao consumo alimentar, nível socioeconômico e risco cardiometabólico, foram incorporadas ao projeto, objetivando novas abordagens e intervenções para as crianças da rede pública e privada da cidade de Vitória de Santo Antão.

Os artigos apresentados como resultados da pesquisa e estarão dispostos em suas versões originais. O primeiro artigo intitulado “Obesity and Cardiovascular Risk in Children from 7 to 9 years: Influences of birth weight, body composition, food consumption and sedentary lifestyle indicators”, será submetido a revista *Pediatric Obesity* (Qualis A2, fator de impacto 3,89). O segundo artigo intitulado “Use of an artificial neural network in the identification of the main risk factors related to the overweight in children 7 to 9 years.”, que será submetido a revista *Clinical Nutrition* (Qualis A1, fator de impacto 6,77).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 OBESIDADE E A ASSOCIAÇÃO COM A TRANSIÇÃO NUTRICIONAL E O *DUAL BURDEN*

O rápido desenvolvimento tecnológico, socioeconômico e urbano de países em desenvolvimento tem contribuído para as mudanças nos padrões alimentares e no estilo de vida da população, refletindo em um processo de transição nutricional (KIMANI-MURAGE, 2013; POPKIN, 1998). A transição nutricional é caracterizada pelo declínio na prevalência da desnutrição e no aumento da prevalência de obesidade numa mesma população (POPKIN, 1998). No mundo, entre 2005 e 2016, 111 milhões de pessoas saíram do cenário da desnutrição, enquanto mais de 1,9 bilhões de adultos apresentavam excesso de peso e mais de 650 milhões eram obesos (FAO; UNICEF, 2018; WHO., 2018). Atualmente, a prevalência do sobrepeso e da obesidade, na população brasileira, atingem aproximadamente 50% da população adulta (BRASIL, 2018). Entre as décadas de 70, 80 e 90, observou-se um rápido declínio na desnutrição infantil (72%) e o aumento da obesidade começou a ser sinalizado como problema emergente, principalmente nos estratos econômicos mais baixos, característica epidemiológica marcante do processo de transição nutricional (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003).

A prevalência do sobrepeso e obesidade têm assumido uma distribuição homogênea entre os sexos, diferentes classes sociais e faixas etárias, atingindo também as crianças e adolescentes (BANKOFF; MOUTINHO, 2002). No Brasil, 47,5% das crianças entre 5 e 9 anos apresentaram sobrepeso e obesidade (WHO, W. H. O., 2017). Ao avaliar 1.738 crianças três diferentes regiões do Brasil, FRADKIN; VALENTINI; NOBRE e DOS SANTOS (2018) observou uma prevalência de sobrepeso de 10,6%, 10,7% e 13,9% para as regiões Sul, Nordeste e Norte, respectivamente, e prevalência de obesidade de 9,4%, 8,4% e 5,5%, para a regiões Sul, Norte e Nordeste, respectivamente. FRADKIN; VALENTINI; NOBRE e DOS SANTOS (2018) também verificou que 87% da população do Nordeste está classificada nos extratos econômicos mais baixos, quando comparados com a região Sul. Na perspectiva da transição nutricional, o Brasil está enquadrado dentre os países que apresentam elevada prevalência de obesidade entre adultos, pequeno aumento da prevalência entre crianças, e apresentam valores semelhantes entre sexo e diferentes extratos

socioeconômicos (JAACKS; VANDEVIJVERE; PAN; MCGOWAN *et al.*, 2019). Sendo assim, a obesidade se difunde como um problema que afeta ricos e pobres.

Nos países de baixa e média renda, as transições demográficas, socioeconômicas e epidemiológicas aconteceram de forma acelerada (em décadas), repercutindo na quantidade e qualidade da dieta de indivíduos e populações (WHO, 2017). As rápidas mudanças levaram a coexistência da desnutrição e da obesidade, fenômeno conhecido como *dual burden*, que pode acontecer numa mesma população, comunidade, família e indivíduo (DOAK; ADAIR; BENTLEY; MONTEIRO *et al.*, 2005; DOS SANTOS; MAIA; GOMES; DACA *et al.*, 2014; SILVEIRA; ALVES; FERREIRA; SAWAYA *et al.*, 2010; WHO, 2017). Estudos epidemiológicos mostraram que crianças e adolescentes que vivem em países que sofreram a transição nutricional podem apresentar simultaneamente retardo no crescimento e maior probabilidade de apresentarem sobrepeso e obesidade (GARTNER; EL ATI; TRAISSAC; BOUR *et al.*, 2014; IRIART; BOURSAW; RODRIGUES; HANDAL, 2013; LE NGUYEN; LE THI; NGUYEN DO; TRAN THUY *et al.*, 2013; SHETTY, 2013). Ao avaliar 50 crianças com retardo no crescimento, HOFFMAN; MARTINS; ROBERTS e SAWAYA (2007) verificou uma elevada massa gorda (MG) e elevado percentual de gordura (%GC) nessas crianças. O *dual burden* quando acontece de forma individual, geralmente se manifesta através do retardo no crescimento ou déficit de micronutrientes, co-ocorrendo com sobrepeso ou obesidade (TZIOUMIS; ADAIR, 2014). O excesso de peso na infância é um fator de risco para o desenvolvimento de vários problemas de saúde.

A obesidade na infância está associada ao aumento da morbimortalidade na vida adulta e a várias consequências, como resistência à insulina, diabetes tipo 2, dislipidemia, síndrome do ovário policístico, distúrbios pulmonares e ortopédicos e problemas psicológicos (LIFSHITZ, 2008). As origens da obesidade são múltiplas e os fatores envolvidos no seu desenvolvimento e instalação ainda não foram completamente elucidados (MELDRUM; MORRIS; GAMBONE, 2017). A associação entre fatores genéticos, epigenéticos e ambientais, estão sendo foco da literatura atual, afim de entender o desenvolvimento da epidemia da obesidade (GUGLIELMI; SBRACCIA, 2018; MELDRUM; MORRIS; GAMBONE, 2017; WALLEY; ASHER; FROGUEL, 2009). A relação entre o ganho de peso e a instalação da obesidade, está ligada a fatores ambientais e comportamentais, cujo impacto pode ser depende de fatores predisponentes biológicos (BOUCHARD, 2007).

## 2.2 OBESIDADE INFANTIL: ASPECTOS ENVOLVIDOS NAS CAUSAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

### 2.2.1 Origem perinatal da obesidade e fatores relacionados

A desnutrição perinatal, pode induzir retardo no crescimento, redução da oxidação de gordura, diminuição do gasto energético de repouso e redução da atividade física, contribuindo para o aumento do sobrepeso e obesidade (VARADHARAJAN; THOMAS; KURPAD, 2013; WELLS, 2013). O aumento da adiposidade, característico de fetos que sofreram retardo de crescimento, faz parte dos ajustes fisiológicos necessários para dar suporte a "preservação do cérebro" durante o período intra-uterino. (YAJNIK, 2004). Isso acontece porque o tecido cerebral é predominantemente composto por gordura (YAJNIK, 2004). A adiposidade também está associada secreção e a sensibilidade da insulina; número, tamanho e função das células adiposas; ou a regulação do apetite pelo sistema nervoso central (YAJNIK, 2004). A exposição pré-natal a fome holandesa de 1944-45, vivenciada por 703 indivíduos com idade de 58 anos, repercutiu no consumo elevado de uma dieta rica em gordura, na redução dos níveis de atividade física e na maior prevalência de indivíduos com sobrepeso (LUSSANA; PAINTER; OCKE; BULLER *et al.*, 2008). Em um estudo transversal com base populacional (1458 mulheres e 1.088 homens), JORNAYVAZ; VOLLENWEIDER; BOCHUD; MOOSER *et al.* (2016) verificou que adultos que tiveram baixo peso ao nascer (BPN) apresentaram maior prevalência de diabetes e obesidade e também maiores níveis de leptina e relação leptina/massa gorda do que os nascidos com peso normal. A alta concentração de leptina pode levar ao desenvolvimento de hiperfagia e aumento do ganho de peso quando exposto a um ambiente obesogênico (RAMOS-LOBO; DONATO, 2017).

No BPN, os mecanismos associados ao desenvolvimento da obesidade podem acontecer no período intrauterino e na vida pós-natal (WHITAKER; DIETZ, 1998). As alterações associadas ao BPN são benéficas a curto-prazo, pois garantem a sobrevivência do feto, mas a longo-prazo elas podem ter efeitos deletérios (SAWAYA, 2006). O BPN está diretamente relacionado a prejuízos como o déficit estatural, redução do crescimento ósseo e do ganho de massa livre de gordura (MLG) (SAWAYA, 2006). Como a principal determinante do componente energético, é a

MLG, há uma redução das necessidades energéticas e dos níveis de atividade física, predispondo o organismo a armazenar gordura corporal quando a dieta é rica em carboidratos e lipídios (SAWAYA, 2006; VARADHARAJAN; THOMAS; KURPAD, 2013; WELLS, 2013). Além disso, na vida pós-natal, nos primeiros anos de vida e após a recuperação nutricional, há um aumento na taxa de crescimento que pode extrapolar o ganho de peso normal - *catch-up* - (ERIKSSON; FORSEN; TUOMILEHTO; WINTER *et al.*, 1999). O ganho de peso que acontece nesse período pode ser excessivo, favorecendo o aumento da deposição de gordura, aumentando a predisposição a obesidade e outras desordens fisiológicas durante a vida (LIRA; ARAÚJO; OLIVEIRA; CESIANA *et al.*, 2014). Este cenário é potencializado pela exposição ao ambiente obesogênico (elevado consumo de alimentos caloricamente densos e reduzidos níveis de atividade física), vivenciado por países em rápida transição nutricional (CONDE e MONTEIRO, 2014, PARRA *et al.*, 2015).

Paralelamente ao aumento da prevalência de obesidade, um aumento na incidência de macrossomia fetal foi encontrada na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento (KOYANAGI; ZHANG; DAGVADORJ; HIRAYAMA *et al.*, 2013; SCHACK - NIELSEN; MØLGAARD; SØRENSEN; GREISEN *et al.*, 2006). Estão associados ao elevado peso ao nascer (EPN), a exposição materna ao ambiente tóxico durante a gestação (uso de tabaco, substâncias tóxicas e medicamentos), a doenças como a obesidade materna e paterna e a manifestação de diabetes gestacional (WOO BAIDAL; LOCKS; CHENG; BLAKE-LAMB *et al.*, 2016). Um estudo multinacional com 5141 crianças entre 9 e 11 anos, demonstrou que a probabilidade de ocorrência de obesidade infantil, ajustada pela antropometria, consumo alimentar, idade gestacional, sono e atividade física, foi maior dentre as crianças com peso ao nascer maior que 4000g (JORNAYVAZ; VOLLENWEIDER; BOCHUD; MOOSER *et al.*, 2016). Uma revisão sistemática, observou que a obesidade infantil tardia, decorrente de um EPN, pode desenvolver a resistência a insulina, a síndrome metabólica e o risco de desenvolver síndromes coronarianas precocemente (PALATIANOU; SIMOS; ANDRONIKOU; KIORTSIS, 2014). Embora alguns estudos tenham tentado explicar os mecanismos da relação entre EPN e a obesidade infantil tardia, através da concentração de adiponectina no leite materno, do número maior de bactérias *Staphylococcus aureus* no microbioma infantil ou dos níveis de metilação sanguínea do cordão umbilical dos genes do fator de crescimento insulínico 2, esses

achados ainda são controversos e mais estudos precisam ser realizados a fim de elucidar esses mecanismos (WOO BAIDAL; LOCKS; CHENG; BLAKE-LAMB *et al.*, 2016).

### **2.2.2 A transição nutricional e o consumo de alimentos ultraprocessados**

O processo de industrialização no Brasil associado ao período de transição nutricional, impulsionou a produtividade da indústria de alimentos e bebidas (POPKIN; ADAIR; NG, 2012). Observou-se um aumento de mais de 200% no consumo de alimentos processados (AP) e AUP entre os anos de 1974 e 2003 (MONTEIRO; LEVY; CLARO; CASTRO *et al.*, 2010). O aumento no consumo desses alimentos pode estar associado ao seu baixo preço de comercialização, tornando-se mais acessíveis a uma população inserida em um contexto de baixa renda (FAO/PAHO., 2016). Além disso, esses alimentos também são palatáveis, rápidos e práticos, podendo tornar-se alvo de uma população marcada pela pressa e falta de tempo (BARRETO NETO; ANDRADE; LIMA; DINIZ, 2015; POTI; BRAGA; QIN, 2017). Assim, é mais comum a realização de lanches mais baratos e práticos com alta densidade energética e pouca qualidade nutricional (MARTINS; LEVY; CLARO; MOUBARAC *et al.*, 2013). Como esse estilo de vida afeta decisões não só individuais, como familiares, populações infantis acabam sendo vulneráveis ao maior consumo de alimentos industrializados (KRAAK; STORY, 2015).

A base da alimentação infantil deve conter alimentos nutritivos que promovam o alicerce adequado para sustentar o crescimento e desenvolvimento normal das crianças (MICHAELSEN; WEAVER; BRANCA; ROBERTSON, 2000). A combinação de alimentos de origem vegetal, com a complementação de pequenas quantidades de alimentos de origem animal, constitui uma alimentação nutricionalmente balanceada (BRASIL., 2014). Por isso, deve-se incentivar o consumo de alimentos in natura ou minimamente processados, em grande variedade e predominantemente de origem vegetal - grãos, raízes, tubérculos, farinhas, legumes, verduras, frutas e castanhas - (BRASIL., 2014). Deve-se também consumir alimentos com baixo teor de gordura saturada, gordura *trans*, colesterol, sódio e açúcares adicionados (WHO, 2018). No entanto, observa-se a substituição de uma alimentação rica em nutrientes por produtos industrializados prontos para o consumo.

Ao longos dos últimos anos, observou-se um aumento na oferta de alimentos altamente calóricos e de baixo valor nutritivo a crianças de pouca idade (LONGO-SILVA; SILVEIRA; DE MENEZES; DE AGUIAR TOLONI, 2017). Um estudo transversal realizado com 400 pré-escolares, observou que até o 6º mês de vida, 75% dos pré-escolares já haviam provado ou consumido, algum tipo de AUP, e no primeiro ano de vida 99% já haviam consumido (LONGO-SILVA; SILVEIRA; DE MENEZES; DE AGUIAR TOLONI, 2017). Escolares costumam ter acesso imediato a alimentos com alto teor calórico e pobres nutricionalmente, em lanchonetes e lojas de fast food localizadas nas escolas ou nas proximidades (KAUSHIK; NARANG; PARAKH, 2011). No Brasil, crianças em idade escolar, apresentaram um elevado consumo semanal de alimentos ricos em açúcares e salgados, onde 41,6% e 31,3%, respectivamente, consumiram esses produtos em frequência igual ou superior a cinco dias (ESTATÍSTICA, 2016). O excesso de açúcar, gordura e calorias presentes nesses alimentos, ativam os sistemas de recompensa no sistema nervoso central, levando ao comportamento hiperfágico (CERIT; CHRISTENSEN; MOONDRA; KLIBANSKI *et al.*, 2019; PIVARUNAS; CONNER, 2015). Por isso, o aumento do consumo de AUP está constantemente correlacionado com o aumento da prevalência de excesso de peso (JUUL; HEMMINGSSON, 2015).

### **2.2.3 Fatores condicionantes ao comportamento sedentário**

A redução da atividade física, tempo gasto assistindo TV, adoção de atividades sedentárias e ingestão calórica em excesso, são fatores consolidados para o ganho de peso excessivo e conseqüente obesidade (TROST; KERR; WARD; PATE, 2001). Sabe-se que a prática da atividade física tende a diminuir com o aumento da idade, no entanto, tem-se observado que independente da faixa etária, as crianças estão trocando o lazer ativo para o entretenimento em ambientes fechados - televisão, internet e jogos de computador - (POPKIN, B. M., 2001). Uma revisão de literatura, desenvolvida por GUERRA; DE FARIAS JÚNIOR e FLORINDO (2016), cujo objetivo foi avaliar o comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros, identificou uma associação positiva entre o maior tempo de comportamento sedentário (e baixos níveis de atividade física) e a massa corporal de crianças. Além disso, esta metanálise também identificou que o maior tempo de comportamento sedentário está associado ao consumo de alimentos e bebidas calóricas (GUERRA; DE FARIAS

JÚNIOR; FLORINDO, 2016). Logo, o maior dispêndio energético em atividades menos vigorosas, como o uso de televisão, jogos digitais e computadores, e consequente consumo alimentar inadequado, tem colaborado para o aumento do excesso de peso infantil, uma vez que o balanço energético positivo, é a condição básica para a instalação da obesidade (WEBBER, 2003).

Na população brasileira, há critérios específicos que conduzem a elevada variabilidade na prevalência do sedentarismo, e estão relacionados aos aspectos sociais e de renda da população (AROS; GERMANO-SOARES; SILVA; SILVA *et al.*, 2017). Em uma recente metanálise, foi observado que menos da metade das crianças e adolescentes brasileiras atenderam as recomendações de tempo de tela e TV (<2h), no entanto, mais da metade atendeu as recomendações (<2h) sobre o uso de computadores e videogames (SILVA; BANDEIRA; SANTOS; MALHEIROS *et al.*, 2018). Embora o interesse da utilização de computadores e videogames esteja crescendo na população de crianças e adolescentes, esses dispositivos ainda não são acessíveis a muitas residências brasileiras (SILVA; BANDEIRA; SANTOS; MALHEIROS *et al.*, 2018). No entanto, um estudo realizado na cidade de Caruaru, interior do estado de Pernambuco, localizada a 92km de Vitória de Santo Antão, identificou uma redução no tempo de TV e um aumento de mais de 180% de exposição ao computador e vídeo games (AROS; GERMANO-SOARES; SILVA; SILVA *et al.*, 2017). O acesso ao uso de dispositivos eletrônicos está associado a mudanças nas condições socioeconômicas após o ano 2000, marcadas pela redução do desemprego, aumento progressivo do salário mínimo e expansão dos programas de transferência de renda (AROS; GERMANO-SOARES; SILVA; SILVA *et al.*, 2017).

Em comunidades pobres e conglomerados urbano, a ausência de espaços recreativos e centros comunitários podem estimular o sedentarismo (SIQUEIRA; ALVES; FIGUEIROA, 2009). Além disso, a violência urbana, característica de muitas cidades do Brasil, está envolvida na retenção da criança ao ambiente doméstico, quase sempre com reduzido espaço para exercer atividades recreativas (SIQUEIRA; ALVES; FIGUEIROA, 2009). A atividade física e o comportamento sedentário podem coexistir, e a atividade física pode até ser um fator protetor sobre o risco de mortalidade relacionado ao comportamento sedentário (TASSITANO; DUMITH; CHICA; TENÓRIO, 2014). No entanto, a promoção e implementação de práticas de atividade física com base nos investimentos governamentais, parecem atrair mais adultos e idosos (AMORIM; KNUTH; CRUZ; MALTA *et al.*, 2013). Ademais, a

infraestrutura urbana, na escola ou em outros ambientes que a criança frequenta não são favoráveis a prática de atividade física, e muitas vezes, a prática de aulas de educação física são negligenciadas nas escolas (AMORIM; KNUTH; CRUZ; MALTA *et al.*, 2013).

#### **2.2.4 Riscos cardiometabólicos da obesidade infantil**

O aumento da prevalência da obesidade, é acompanhado pelo aumento na prevalência de comorbidade associadas à obesidade, resultando em uma enorme carga de doenças (GONZALEZ-MUNIESA; MARTINEZ-GONZALEZ; HU; DESPRES *et al.*, 2017). Dislipidemia, intolerância à glicose, hipertensão e anormalidades vasculares estão fortemente associados ao panorama da obesidade infantil no mundo (KHAODHIAR; MCCOWEN; BLACKBURN, 1999). Doenças como a diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensão arterial e esteatose hepática, que costumavam ser consideradas como “doenças de adultos”, são agora vistas frequentemente em crianças com obesidade (KUMAR; KELLY, 2017). Um estudo realizado na China com 7.203 crianças entre 6 e 8 anos, encontrou uma alta incidência de hipertensão nas crianças com excesso de peso (50,1%) e obesidade (70%) (WANG; ZHU; JING; CHEN *et al.*, 2015). Embora a HAS seja mais frequente em adultos, a prevalência da hipertensão pediátrica atinge em torno de 2-4% da população infantil (BELL; SAMUEL; SAMUELS, 2019). Os sintomas da hipertensão na infância são em grande parte inespecíficos e as crianças com pressão arterial elevada tende a ser assintomáticas (FALKNER; LURBE; SCHAEFER, 2010). A extensão dessas lesões é aparentemente menor entre crianças e adolescentes, porém não é ausente, pois o processo aterosclerótico e a hipertrofia ventricular esquerda também têm início em idades precoces (FALKNER; LURBE; SCHAEFER, 2010).

Múltiplos fatores de risco para a doença cardiovascular, como a obesidade e hipertensão, aumentam a gravidade da aterosclerose coronariana e aórtica assintomática em jovens, podendo levar a um quadro de morbidade e mortalidade cardiovascular (BERENSON; SRINIVASAN; BAO; NEWMAN *et al.*, 1998). Vários estudos demonstraram que a epidemia mundial da obesidade infantil teve um profundo impacto na frequência da HAS (FLYNN, 2013; KELLY; MAGNUSSEN; SABIN; CHEUNG *et al.*, 2015; SOROF; LAI; TURNER; POFFENBARGER *et al.*, 2004). Ao avaliar 172 crianças, SCHIEL; BELTSCHIKOW; KRAMER e STEIN (2006)

não identificou nenhuma criança com diagnóstico de hipertensão arterial, no entanto, ele identificou que as crianças com sobrepeso e obesidade, apresentaram valores aumentados de PA, quando comparados às crianças com eutrofia. A PA elevada em indivíduos com obesidade, pode levar ao comprometimento da estrutura arterial, elasticidade dos vasos, hipertrofia ventricular esquerda e uma disfunção cardíaca (função contrátil comprometida) (BONAFINI; GIONTELLA; TAGETTI; MONTAGNANA *et al.*, 2019; JING; BINKLEY; SUEVER; UMASANKAR *et al.*, 2016). Além disso, Crianças e adolescentes com excesso de peso e hipertensão apresentam maior probabilidade de peso elevado e de persistência da pressão arterial na vida adulta (CHEN; WANG, 2008; SINGH; MULDER; TWISK; VAN MECHELEN *et al.*, 2008).

Pré-escolares com obesidade apresentaram alterações inflamatórias e metabólicas em fases muito precoces da vida (NEHUS, E.; MITSNEFES, M., 2019). Um estudo desenvolvido com 100 crianças entre 3 e 5 anos, identificou um aumento dos níveis de PCR, perfil lipídico (triglicerídeos; lipoproteínas de alta densidade, HDL; e lipoproteínas de baixa densidade, LDL) e glicemia nas crianças com obesidade (CARMONA-MONTESINOS; RUIZ-FRAGOSO; PONCE-HINOJOSA; RIVAS-ARANCIBIA, 2015). Nos Estados Unidos, indivíduos obesos entre 4 e 20 anos de idade, apresentaram quadros de hipertrigliceridemia (21,4%), baixo HDL (52,1%) e pressão arterial sistólica elevada (24,6%) (HAGMAN; HECHT; MARKO; AZMANOV *et al.*, 2018). Ao avaliar a hemoglobina glicada, insulina basal e índice de resistência à insulina de indivíduos obesos (8-18 anos) assintomáticos, Assunção *et al.* (2018) observou que alterações glicêmicas foram evidenciadas clínica e bioquimicamente, embora esses indivíduos não apresentassem queixas ou sintomas relacionados aos níveis de açúcar no sangue. No Brasil, Dias Pitangueira *et al.* (2014) encontrou redução do HDL (58,2%), hipertrigliceridemia (41,8%) e hiperinsulinemia (7,2%) em crianças e adolescentes entre 7 e 14 anos de idade. Essas mudanças podem predispor o início das doenças degenerativas crônicas na idade escolar e na adolescência, como demonstrado nesses vários estudos em diferentes populações ao redor do mundo.

### **2.2.5 A obesidade infantil: Crescimento e composição corporal**

Na infância, a composição corporal tende a se modificar de acordo com a taxa de crescimento e desenvolvimento inerente a cada indivíduo (WEBER; LEONARD;

ZEMEL, 2012). Nessa fase, o crescimento e desenvolvimento acontece em um ritmo mais lento, com mudanças menos pronunciadas na composição corporal, que levam a um pequeno aumento da MG, da MLG e da estatura corporal (WEBER; LEONARD; ZEMEL, 2012). As contribuições da MG e da MLG à massa corporal, podem variar de acordo com a idade, sexo, status puberal e estado nutricional (WEBER; MOORE; LEONARD; ZEMEL, 2013). No estudo de FREEDMAN; WANG; MAYNARD; THORNTON *et al.* (2005) foi evidenciado que em crianças dos 5 aos 8 anos, eutróficas, apresentaram uma associação fraca entre o IMC e MG, e uma forte relação entre IMC e MLG. Já, nas crianças com sobrepeso e obesidade, IMC foi associado ao aumento tanto da massa MG, quanto da MLG (WELLS; FEWTRELL; WILLIAMS; HAROUN *et al.*, 2006).

As diferenças na adiposidade entre os diferentes estados nutricionais, expressas pelo aumento massa corporal, circunferência da cintura, circunferência do quadril, MG e %GC, já foram descritas através de quase todos os modelos de avaliação da composição corporal - dois, três ou mais componentes - (HAROUN; WELLS; WILLIAMS; FULLER *et al.*, 2005; MEREDITH - JONES; WILLIAMS; TAYLOR, 2015; WELLS; FULLER; DEWIT; FEWTRELL *et al.*, 1999). Um estudo realizado com 528 escolares, entre 6-10 anos, mostrou que percentual de gordura nas crianças com sobrepeso e obesidade é substancialmente maior do que o das crianças eutróficas - 27%, 29,4% e 17,7%, respectivamente (GIUGLIANO; MELO, 2004). A contribuição MG para a massa corporal, é substancialmente maior que o da MLG, chegando a representar 30-50% da massa corporal (WELLS; FEWTRELL; WILLIAMS; HAROUN *et al.*, 2006). No entanto, o MLG é substancial nas crianças com obesidade, que pode ser justificada pelos estudos realizados por WELLS; FEWTRELL; WILLIAMS; HAROUN *et al.* (2006) e JENSEN; BRAUN; GEISLER; BOTH *et al.* (2019) que utilizaram modelos de múltiplos componentes a fim de acessar as propriedades da MLG. Seus achados indicaram que o aumento da MLG pode ser atribuído a um aumento da hidratação da musculatura, decorrente da expansão do espaço extracelular, e que, embora esse mecanismo seja pouco compreendido, ele está relacionado ao aumento do peso corporal nessas crianças (JENSEN; BRAUN; GEISLER; BOTH *et al.*, 2019; WELLS; FEWTRELL; WILLIAMS; HAROUN *et al.*, 2006).

Crianças com obesidade tendem a ter um crescimento linear acelerado durante a infância, tornando-se mais altas do que as crianças eutróficas, esse crescimento é desacelerado na adolescência, compensando e não prejudicando a estatura final (ELLIS; SHYPAILO; WONG; ABRAMS, 2003; HAROUN; WELLS; WILLIAMS; FULLER *et al.*, 2005). No estudo de HE e KARLBERG (2001), foi demonstrado que o aumento de 1 unidade de IMC entre 2 e 8 anos de idade foi associado a um ganho de altura de 0,23 cm nos meninos e 0,29 cm nas meninas. Ademais, o aumento da estatura decorrente de um quadro de obesidade, é apoiado pela hipótese de que: uma alimentação adequada produz um crescimento normal e uma supernutrição acelera o crescimento linear durante a infância (HE; KARLBERG, 2001). A supernutrição está correlacionada com os níveis séricos de IGF-1 e de insulina no jejum (agindo diretamente ou estimulando a produção de IGF-1), justificando seu papel no crescimento acelerado na infância (BIDECI; CINAZ; HASANOGLU; ELBEG, 1997; FRYSTYK; VESTBO; SKJAERBAEK; MOGENSEN *et al.*, 1995; YASUNAGA; FURUKAWA; KATSUMATA; HORIKAWA *et al.*, 1998).

### 2.3 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

As RNA são técnicas computacionais cujo tipo de processamento da informação é baseado no processamento da informação de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência (ARBIB, 2003). São sistemas cujos circuitos simulam, em algum nível, o cérebro humano. As unidades de processamento da informação, conhecidas como neurônio artificial, são baseadas nas características funcionais dos neurônio biológico (RUMELHART; HINTON; WILLIAMS, 1985). O neurônio é o principal elemento da RNA, ele está estruturado em um sistema de processamento da informação, composto por um ou vários neurônios altamente conectados entre si. Cada neurônio tem sua função individual, mas todos trabalham em conjunto para resolver um problema específico, como reconhecimento de padrões ou a classificação de dados.

Assim como as pessoas, as RNAs aprendem através de exemplos em um processo de treinamento ou aprendizagem (NAHAR, 2012). O processo de aprendizagem da RNA, consiste em ajustar as conexões que existem entre os neurônios com objetivo de entender as informações contidas entre as variáveis analisadas (NAHAR, 2012). A característica mais importante de uma rede neural é

sua capacidade de aprender através de estímulos do ambiente. Ou seja, eles aprendem com exemplos e capturam sutis relações funcionais entre os dados, mesmo se as relações forem desconhecidas ou difíceis de se identificar (BLACK *et al.*, 2004). A capacidade de aprender com a experiência é muito útil para muitos problemas práticos, uma vez que é mais fácil ter dados do que ter boas estimativas teóricas. As RNAs são técnicas estatísticas não-lineares multivariadas, adequadas para problemas que requerem conhecimento complexo.

### 2.3.1 O neurônio biológico

A comunicação realizada pelo sistema nervoso (SN) é mediada pelo neurônio, célula estrutural básica capaz de captar e transmitir estímulos químico-físicos de um neurônio para outro ou de um neurônio para uma célula não neuronal. Com isso, o ser humano é capaz de captar, interpretar e responder aos estímulos vindos do ambiente externo e interno ao corpo humano (SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010).

Os neurônios são subdivididos em três partes: dendritos, corpo e axônio (Figura 1). Os dendritos são prolongamentos curtos, numerosos e finos do corpo celular (ou soma), responsáveis pela captação dos estímulos do ambiente interno e externo. Os estímulos são transmitidos para o corpo celular dos neurônios que irá integrar os sinais de entrada (para determinar se essa informação deve ser repassada ou não) e produzir uma resposta. A resposta é transmitida para os axônios, prolongamento longo e único do corpo celular que armazena os neurotransmissores necessários para propagação do estímulo de um neurônio para outro ou de um neurônio para uma célula não neuronal. Conexões neurônio-a-neurônio são feitas com os dendritos e os corpos celulares de outros neurônios. Estas conexões, conhecidas como sinapses são os sítios nos quais a informação é transferida do primeiro neurônio, o neurônio pré-sináptico, para o neurônio-alvo (o neurônio pós-sináptico). Com isso, o estímulo segue sempre em sentido único (SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010).

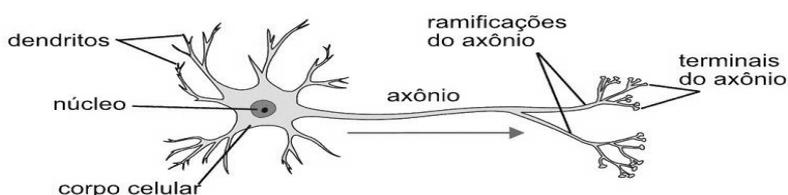


Figura 1 - Representação de um neurônio biológico. Fonte: Desconhecida.

### 2.3.2 O neurônio artificial

As redes neurais artificiais tem sua inspiração nas redes neurais biológicas, e seu principal componente de processamento, o neurônio (HAYKIN, 2007). O neurônio artificial é uma modelagem simplificada do funcionamento do neurônio biológico. O modelo matemático de um neurônio artificial pode ser observado na Figura 2, onde é possível identificar três elementos básicos: 1) um conjunto de sinapses de entrada é ponderada por um peso: O sinal de entrada da sinapse, conectada a um neurônio, é multiplicado pelo peso sináptico, que representa a força ou o peso da conexão. 2) um somador ( $\Sigma$ ): combinador linear, para somar os sinais de entrada ponderados pelas respectivas sinapses do neurônio. 3) Uma função de ativação: define o valor de saída do neurônio; intervalo de amplitude da saída de um neurônio é escrito como o intervalo fechado (0,1) ou (-1,1).

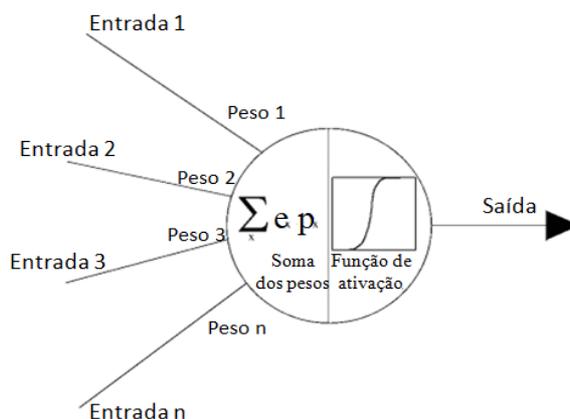


Figura 2 - Representação simplificada de um neurônio artificial, mostrando entradas, pesos, soma dos pesos, função de ativação e saída. Figura adaptada de (BLACK; BENKE; SMITH; FRITSCHI, 2004).

### 2.3.3 Redes *perceptron* multi-camadas (PMC)

Uma rede perceptron multi-camadas é composta de camadas alinhadas de neurônios. Esse tipo de rede consiste de uma primeira camada, a camada de entrada (entradas da rede), essa camada distribui as informações contidas nas entradas da rede para a(s) camada(s) oculta(s); e por último, a camada de saída, onde a solução do problema é obtida (Figura 3). Essa rede é do tipo *feedforward*, ou seja, cada neurônio só poderá fornecer sua saída para cada unidade da camada seguinte a sua (HAN;

KAMBER; PEI, 2011). Os neurônios da camada oculta serão definidos empiricamente (CYBENKO, 1989; HERTZ; KROGH; PALMER; HORNER, 2008).Dentre os modelos existentes de RNA's, as redes neurais PMC são as mais usadas, primeiramente por serem aplicáveis a um número maior de problemas reais, e quando se trata de problemas envolvendo previsões ela é mais prática e eficiente (RAMCHOUN; IDRISSE; GHANOU; ETTAOUIL, 2017).

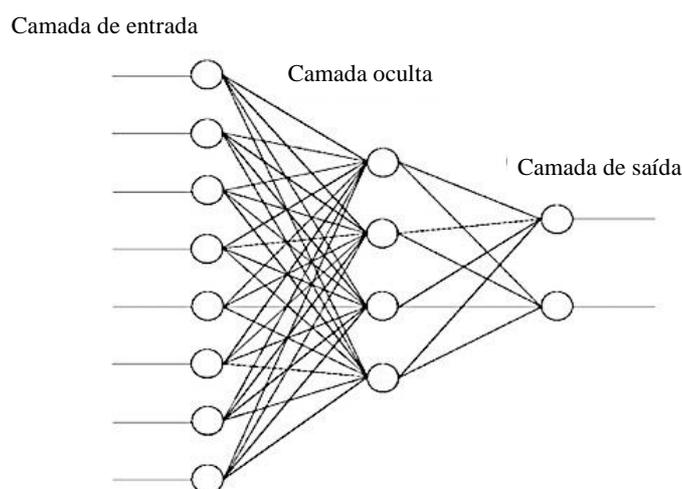


Figura 3 - Representação diagramática de uma rede neural de alimentação de entrada. Os círculos representam os neurônios e as linhas representam as entradas, saídas e o peso das conexões entre os neurônios. Figura adaptada de (BLACK; BENKE; SMITH; FRITSCHI, 2004).

#### 2.3.4 Aplicações das RNAs na área da saúde

A evolução da tecnologia da informação tem causado transformações sobre as organizações em geral e em particular no desenvolvimento de aplicações de computadores voltados a áreas específicas (SCHREIBER, 2000). As aplicações das RNAs são inúmeras, são constantemente utilizadas como modelos de regressão, atuando na busca de soluções e conhecimentos que auxiliam na tomada de decisões, através técnicas que manuseiem dados com o objetivo de obter informações úteis e implícitas (ARBIB, 2003). Um estudo realizado por PARK e KIM (2015) utilizou RNA afim de propor um sistema diagnóstico para apendicite, e a RNA apresentou maior sensibilidade, especificidade e acurácia, quando comparada com métodos diagnósticos habitualmente utilizados. Já um estudo realizado por KORHANI KANGI e

BAHRAMPOUR (2018) objetivou comparar dois tipos de redes neurais (RNA e redes neurais Bayesianas) na previsão da sobrevivência de pacientes com câncer gástrico. A RNA também pode ser uma ferramenta importante na determinação da importância das variáveis para o modelo de predição. Por exemplo, a RNA foi utilizada na determinação dos fatores prognósticos em paciente com câncer gástrico, e identificou como variáveis importantes, o estadiamento, metástase linfonodal, histopatologia do tumor, metástase e idade no diagnóstico (BIGLARIAN; HAJIZADEH; KAZEMNEJAD; ZAYERI, 2010). A partir de um modelo de RNA, a circunferência da cintura (100,0%), idade (78,5%), IMC (78,2%), hipertensão (69,4%), estresse (54,2%), tabagismo (49,3%) e histórico familiar de T2DM (37,2%) também foram identificados como preditores do diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 (BORZOUEI; SOLTANIAN, 2018). Logo, a eficácia e rapidez na análise com as RNAs têm sido consideradas como uma ferramenta útil ao auxiliar os profissionais da área da saúde, com a finalidade de identificar fatores e analisar diagnósticos, proporcionando uma melhora na qualidade dos serviços dos profissionais, além de contribuir para a difusão do conhecimento especializado.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVOS GERAIS

Analisar a relação entre sobrepeso e obesidade com o perfil cardiometabólico em crianças dos 7 aos 9 anos de idade; e investigar essas associações após ajustes para a composição corporal, consumo alimentar, dados do nascimento, variáveis demográficas e indicadores do sedentarismo.

Estabelecer a partir de uma rede neural artificial, um modelo preditivo do excesso de peso a partir do reconhecimento e seleção de padrões associados ao peso ao nascer, à idade gestacional, ao déficit estatural, ao consumo alimentar, ao nível de atividade física, tempo em frente a TV e contexto familiar.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar as crianças de acordo com o estado nutricional;
- Descrever os fatores de risco cardiometabólicos nos diferentes estados nutricionais; e verificar a diferença após ajustes da composição corporal, consumo alimentar, dados do nascimento, variáveis demográficas e indicadores do sedentarismo.
- Selecionar as camadas de entrada da rede neural a partir da determinação dos fatores de risco associados ao excesso de peso;
- Desenvolver um modelo preditivo para excesso de peso de crianças dos 7 aos 9 anos de idade, a partir de uma rede neural artificial.
- Classificar as crianças de acordo com o estado nutricional;
- Desenvolver um modelo preditivo para excesso de peso de crianças dos 7 aos 9 anos de idade, a partir de uma rede neural artificial.

## 4 HIPÓTESES

Artigo 1. Crianças com sobrepeso e obesidade apresentarão perfis favoráveis ao risco cardiometabólico, com aumento nos valores da pressão arterial, do perfil lipídico e glicêmico. Após ajuste das médias a partir das variáveis de composição corporal, consumo alimentar e os indicadores do sedentarismo, as diferenças entre os grupos irão desaparecer. Em relação ao peso ao nascer e idade gestacional, eles irão exercer influência, porém não serão determinísticos, e irão agir atenuando as relações entre o sobrepeso e obesidade e o risco cardiometabólico.

Artigo 2. A rede neural apresentará bom desempenho e precisão na identificação dos fatores determinantes para o excesso de peso. As variáveis que refletem os hábitos atuais das crianças, como o consumo alimentar, nível de atividade física e contexto familiar, irão apresentar maior importância. Em seguida, as influências das condições intrauterinas, expressas através do peso ao nascer, terão contribuição importante para o modelo.

## 5 MÉTODOS

### 5.1 LOCAL DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada na cidade de Vitória de Santo Antão, localizada na zona da mata Sul do Estado de Pernambuco, região nordeste do País, a 48km de Recife (capital estadual). Vitória de Santo Antão integra uma área territorial de 368km<sup>2</sup>, possui uma população de aproximadamente 130.540 habitantes e densidade demográfica de 341,2 hab/km<sup>2</sup> (Prefeitura Municipal de Vitória de Santo Antão; Secretaria de Educação, 2019). A cidade apresentou em 2010 um índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) classificado como médio (0,640), cuja maior contribuição se dá pelo IDHM da longevidade (0,768), renda (0,629) e educação (0,543) (Base de dados de Pernambuco – BDE, 2010).

O aumento nas prevalências do excesso de peso, assim como as mudanças no estilo de vida característicos das sociedades contemporâneas, fazem da cidade de Vitória de Santo Antão um foco de estudo sobre transição nutricional. Além disso, ações integrativas entre Universidade e as comunidades circunvizinhas, fizeram a presente pesquisa ser desenvolvida no âmbito do Projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão. O projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão, vem sendo conduzido por alunos de graduação, mestrado e doutorado, e sob a coordenação dos professores da Universidade Federal de Pernambuco no Centro Acadêmico de Vitória, desde o ano de 2009. Tem como principal objetivo acompanhar o crescimento e desenvolvimento de crianças considerando o nível de atividade física e seus hábitos alimentares. Além disso, visa alertar aos pais, responsáveis e educadores, sobre o quadro descritivo e interpretativo do atual estado nutricional, de crescimento e desenvolvimento das crianças residentes em Vitória de Santo Antão e visa também sensibilizar as autoridades a oferecerem melhores condições de saúde e de práticas esportivas, com vistas à melhoria da qualidade de vida da comunidade.

### 5.2 AMOSTRA

Este estudo de delineamento transversal teve como amostra crianças de 7 a 9 anos de idade, de ambos os sexos, matriculadas em escolas da rede de ensino público do município de Vitória de Santo Antão. O protocolo da pesquisa foi previamente

aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (Registro CAE: 91338718.0.0000.5208, Nº 3297655, Anexo A)

O tamanho da amostra foi obtido pelo software G \* Power, utilizando-se um erro estimado de 5%, 80% de potência e intervalo de confiança de 95% no teste ANCOVA. O tamanho estimado da amostra foi de 158 alunos; no entanto, foi feito um aumento de 5% sobre a amostra estimada, a fim de compensar eventuais perdas, portanto, uma amostra de 166 alunos foi estimada.

Um total de 166 crianças participaram do estudo mediante um processo de adesão espontânea. O estudo foi desenvolvido nas escolas: Escola Municipal Mariana Amália, Escola Municipal Jornalista Assis Chateaubriand, Escola Municipal Djalma Eusebio Simões, Escola Municipal Prefeito Manoel De Holanda Cavalcanti e Escola Municipal Lidia Queiroz Costa. Em cada escola selecionada todas as crianças, dentro da faixa etária pré-estabelecida, regularmente matriculadas foram convidadas a participar do estudo. As crianças cujos pais ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C) e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D) foram avaliadas entre o segundo semestre de 2018 e segundo semestre de 2019.

Todas as crianças foram submetidas a avaliações antropométricas, composição corporal, função cardiovascular, perfil bioquímico, de consumo alimentar e responderam aos questionários sobre nível de atividade física e informações socioeconômicas. As avaliações e coleta de dados foram realizadas pelos pesquisadores, devidamente treinados e as informações foram registradas em fichas de acompanhamento individuais. As crianças que apresentassem qualquer distúrbio de ordem motora ou psico-comportamental, as crianças que tiveram dificuldade para responder o R24h e meninas que apresentem menarca precoce (antes de 9-10 anos), crianças que faltaram a pelo menos cinco tentativas de coleta, crianças com disfunção cardiovascular diagnosticada, foram excluídas do estudo (Figura 4).

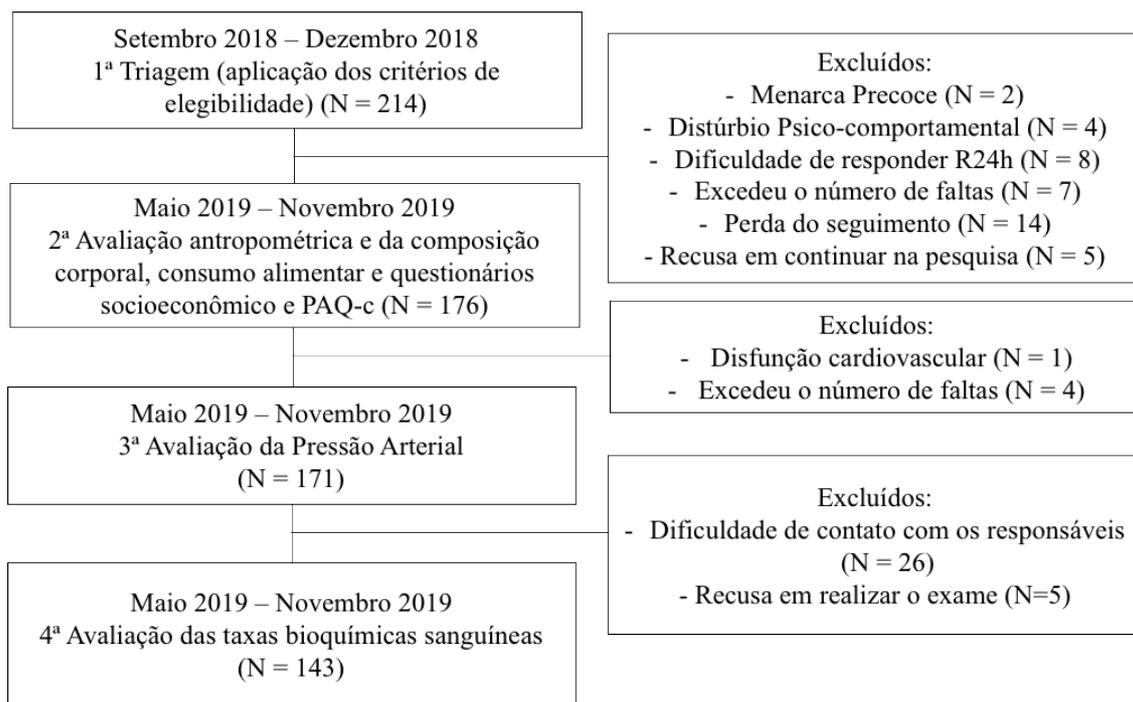


Figura 4 - Fluxograma das cinco fases do estudo.

### 5.3 PESO AO NASCER E IDADE GESTACIONAL

O peso ao nascer foi obtido por meio de um questionário respondido pelos pais e com base em documentos oficiais, preenchidos na maternidade no dia do nascimento (caderneta da criança). A confiabilidade do peso ao nascer referido pelos pais já foi previamente validada (MBUAGBAW; GOFIN, 2010; NORONHA; KALE; TORRES; COSTA *et al.*, 2017). A prematuridade e idade gestacional também foram referidas pelos pais.

Para classificação do peso ao nascer foi utilizado o critério da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005) (Quadro 1).

**Quadro 1** – Classificação do peso ao nascer

Classificação	Ponto de Corte
Baixo peso ao nascer	≤ 2500 g
Peso normal ao nascer	> 2500 g – < 4000 g
Alto peso ao nascer	≥ 4000 g

Fonte: WHO, 2005

#### 5.4 ANTROPOMETRIA

A massa corporal, estatura, circunferências de cintura e quadril foram mensuradas seguindo protocolo descrito previamente por LOHMAN; ROCHE e MARTORELL (1988) (Figura 5). A massa corporal foi medida com uma balança com precisão de 0,1kg e capacidade máxima de 150 kg (Omron HBF-214/HBF214-LA, São Paulo, Brasil), com a criança em posição ortostática, com roupas leves e descalça. A estatura foi medida com um estadiômetro de parede (MD compacto – HT/01 com 200cm), com a criança descalça em posição de referência anatômica e a cabeça posicionada no plano de Frankfurt, em apneia respiratória no momento da medida. Para obtenção da circunferência da cintura, foi utilizada uma fita métrica inextensível da marca Cescorf® com 2m de comprimento, 6mm de largura e escala sequencial de 10 cm. A mensuração foi realizada com a criança em posição ortostática, no momento final de uma expiração normal, colocando-se sobre a pele a fita referida, no ponto médio entre a costela inferior e a borda superior da crista ilíaca. A circunferência do quadril foi a realizada em torno da parte mais larga do trocânter.

O IMC foi calculado pela fórmula: massa corporal (kg)/estatura (m)<sup>2</sup>, cujos valores permitiram classificar as crianças quanto ao estado nutricional. Os valores do IMC foram classificados de acordo com as curvas de referência de crescimento em pré-escolares da OMS. No qual, crianças entre os scores  $Z \geq -2$  e  $\leq +1$ , são classificadas como eutróficas; entre o score  $Z > +1$  e  $\leq +2$ , são classificadas com sobrepeso; e acima do score  $z +2$ , com obesidade (WHO., 2006).



Figura 5. Avaliação antropométrica. a) Massa corporal; b) Estatura; c) Circunferência de cintura; d) Circunferência de quadril

## 5.5 COMPOSIÇÃO CORPORAL

As dobras de adiposidade subcutâneas, expressas em mm, foram medidas com adipômetro Cescorf® Digital, de sensibilidade de 0,1mm, amplitude de 75 mm, pressão de  $\pm 10\text{g/mm}^2$  e dimensões: 286 mm x 148mm (Porto Alegre, Brasil) utilizando um protocolo padrão de LOHMANN; ROCHE e MARTORELL (1988). Foram selecionadas as dobras de adiposidade subcutâneas tricipital e subescapular (Figura 6). Todas as medidas foram realizadas no hemisfério direito da região do avaliado e repetidas duas vezes em cada local, ocorrendo uma terceira repetição quando a diferença entre as duas primeiras medições excedeu 2mm. No final, foi extraída a média aritmética entre os dois valores mais próximos. O percentual de gordura corporal (% GC), massa gorda (FM, kg) e massa livre de gordura (MLG, kg) foram estimadas utilizando (LOHMAN; GOING, 2006)

Para o cálculo do percentual de gordura corporal (%GC) foram utilizadas as fórmulas das equações específicas por sexo descritas na quadro 2 (LOHMAN; GOING, 2006)

**Quadro 2** - Equações de predição do percentual de gordura corporal (%GC)

<b><math>\Sigma</math> Tríceps e Subescapular (&lt; 35mm)</b>	
% GC Meninos =	$1,35 \times (\Sigma\text{tric+sub}) - 0,012 \times (\Sigma\text{tric+sub})^2 - 3,4$
% GC Meninas =	$1,33 \times (\Sigma\text{tric+sub}) - 0,013 \times (\Sigma\text{tric+sub})^2 + 2,5$
<b><math>\Sigma</math> Tríceps e Subescapular (&gt; 35mm)</b>	
% GC Meninos =	$0,783 \times (\Sigma\text{tric+sub}) + 2,2$
% GC Meninas =	$0,546 \times (\Sigma\text{tric+sub}) + 9,7$

Fonte: Lohman, Going (2006)

A partir dos valores do percentual de gordura corporal, foram calculados os valores de massa gorda (MG) e massa magra (MLG).

$$\text{MG (kg)} = \text{massa corporal (kg)} \times \% \text{ gordura corporal}/100$$

$$\text{MLG (kg)} = \text{massa corporal (kg)} - \text{massa gorda} .$$

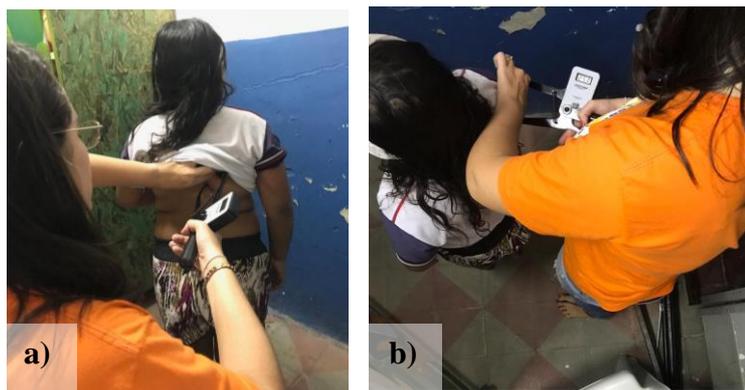


Figura 6 - Avaliação da composição corporal. a) Dobra subescapular; b) Dobra tricipital.

## 5.6 FUNÇÃO CARDIOVASCULAR

A pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram medidas pelo método auscultatório, utilizando um estetoscópio pediátrico e um esfigmomanômetro aneroide (Premium®, Medical Instruments, China), com faixa de medição entre 0 – 300 mmHg, previamente calibrado, e com o manguito de tamanho adequado ao braço da criança (Figura 7). Todas as mensurações de pressão arterial seguiram as recomendações propostas pelo quarto relatório sobre o diagnóstico, avaliação e tratamento da PA elevada em crianças e adolescentes, do National High Blood Pressure Education Program (NHBPEP) (FALKNER; DANIELS; FLYNN; GIDDING *et al.*, 2004), também adotado pelas Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (MALACHIAS; SOUZA; PLAVNIK; RODRIGUES *et al.*, 2016).

Nas dependências da escola, em uma sala separada e silenciosa, foram realizadas três medidas no braço direito da criança com intervalo de 2 minutos entre elas em três dias distintos, garantindo uma caracterização hemodinâmica mais confiável (FALKNER; DANIELS; FLYNN; GIDDING *et al.*, 2004). Nos cinco minutos precedentes a medição, as crianças foram orientadas a ficar em silêncio e repouso. No momento da medição, elas foram orientadas a ficarem sentadas, com as costas apoiadas na cadeira e os pés apoiados no chão e com o braço direito apoiado e relaxado na altura do coração e palma da mão voltada para cima durante toda a medição. Para a análise, foram considerados a média dos valores médios de PAS e PAD obtidos nos três dias diferentes (QUEIROZ; MOREIRA; VASCONCELOS; VIANNA, 2010).

A classificação da PA foi baseada nas tabelas recomendadas pela National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents, indicada para classificar a PA das crianças de acordo com a idade, o sexo e o percentil da altura (FALKNER; DANIELS; FLYNN; GIDDING *et al.*, 2004). A PA foi considerada elevada quando a média das medidas de PAS e/ou PAD foram  $\geq$  percentil 90 e hipertensão, quando  $\geq$  percentil 95 (MALACHIAS; SOUZA; PLAVNIK; RODRIGUES *et al.*, 2016). Para classificação da PA foi utilizado o software Ped(z).



Figura 7. Avaliação da pressão arterial.

## 5.7 INDICADORES BIOQUÍMICOS DO SANGUE

As mensurações da glicose, colesterol, triglicerídeos e de HDL foram realizadas através de amostras de sangue capilar em jejum, obtidas por punção da polpa lateral do dedo anelar, com o uso de lanceta não reutilizável, após antissepsia da região com etanol a 70%. As análises sanguíneas foram realizadas no aparelho Cholestech, fabricado pela ABBOTT, modelo LDX (Hayward, CA, Estados Unidos) (Figura 8). Esse sistema foi testado e autorizado pela *Food and Drug Administration* (FDA) e os coeficientes de variação (acurácia  $\geq$  95% com concordância das medidas laboratoriais) dos resultados estão de acordo com os índices estabelecidos pelo *National Cholesterol Education Program* (NCEP) (ISSA; STRUNZ; GIANNINI; FORTI *et al.*, 1996). O LDL foi estimado pela fórmula de Friedewald:  $LDL = CT - HDL - (Triglicerídeos/5)$ , para as amostras que tiveram resultado de triglicerídeos  $< 400$  mg/dL. Após a realização foi oferecido um lanche, a base de fruta, suco e bolo de

bacia, para as crianças para a recuperação do período de jejum. Algumas crianças optaram por trazer o próprio lanche de casa.

**Quadro 3** – Valores referenciais das taxas bioquímicas sanguíneas para crianças.

Taxas bioquímicas sanguíneas	Com jejum (mg/dL)
Glicemia	< 99
Colesterol total	< 170
HDL	> 45
LDL	< 110
Triglicerídeos (0-9a)	< 75

Fonte: Consenso brasileiro para a normatização laboratorial do perfil lipídico



Figura 8. Avaliação das taxas bioquímicas sanguíneas. a) Coleta do sangue capilar; b) Lanche oferecido após a coleta de sangue.

## 5.8 AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR

A consumo alimentar das crianças foi avaliado a partir de três R24h respondidos pelas próprias crianças – Apêndice E - (BLOCK; HARTMAN; DRESSER; CARROLL *et al.*, 1986; COLUCCI; SLATER; PHILIPPI, 2010). O R24h foi aplicado em dias não consecutivos (dois dias da semana e um do final de semana), em um período de três semanas a um mês (FARDET; MÉJEAN; LABOURÉ; ANDREEVA *et al.*, 2017; RAUBER; CAMPAGNOLO; HOFFMAN; VITOLO, 2015; RINALDI; GABRIEL; MORETO; CORRENTE *et al.*, 2016). O *Multiple-Pass Methods* foi que utilizado para

auxiliar as crianças a recordarem os alimentos consumidos no dia anterior. Esse consiste em cinco etapas: 1) Listagem rápida dos alimentos e bebidas consumidos; 2) lista de alimentos esquecidos; 3) horário e local de consumo dos alimentos; 4) descrição dos alimentos e quantidade ingeridas, revendo as informações relatadas; 5) revisão final das informações e sondagem sobre alimentos que tenham sido consumidos e que não foram relatados (BARUFALDI; ABREU; VEIGA; SICHIERI *et al.*, 2016; CONWAY; INGWERSEN; MOSHFEGH, 2004).

Para avaliação quantitativa dos R42h, foi utilizado um álbum fotográfico de utensílios e alimentos, previamente desenvolvido por nosso grupo de pesquisa (Figura 9). Os alimentos que não constavam foram relatados em medidas caseiras e a conversão para gramas e/ou mililitros foi feita com base na padronização proposta por Pinheiro (PINHEIRO; LACERDA; BENZECRY; GOMES *et al.*, 2008). O consumo alimentar foi quantificado a partir do *software* ADS Nutri, versão 9.0.



Figura 9 - Avaliação do consumo alimentar através do R24h e álbum fotográfico

## 5.9 INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS E COMPORTAMENTAIS

Devido a inacessibilidade aos pais da maior parte das crianças avaliadas, optamos pela coleta de dados com informações socioeconômicas através de perguntas que poderiam ser respondidas pelas crianças entrevistadas (Apêndice F). Embora a maioria das crianças estejam inseridas em um contexto de baixa condição socioeconômica, pelo fato de pertencerem a escolas públicas de zonas centrais da cidade, as informações foram desenvolvidas para avaliar as características sociais de

cada criança e da área em que a escola está inserida. Durante a entrevista foram obtidas informações referentes a atividade remunerada da mãe, raça, formação do núcleo familiar, moradia, participação em programas de transferência de renda, modo de deslocamento e posse de veículos de transporte.

## 5.10 NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E TEMPO EM FRENTE A TELEVISÃO

Informações sobre os distintos aspectos da atividade física habitual dos escolares foram coletadas através do PAQ-C (*Physical Activity Questionnaire for Children*) adaptado ao Brasil (Apêndice G). O PAQ-C consiste de 9 questões sobre atividades físicas moderadas e intensas nos sete dias da semana anteriores ao preenchimento. É composto por questões sobre atividades de lazer, prática de esportes, atividade física no âmbito escolar e domiciliar, fornecendo uma indicação do nível geral de atividade física e uma média diária do tempo em atividades sedentárias. Este método já foi previamente validado para a população de crianças entre os 7 e 9 anos de idade (BERVOETS; VAN NOTEN; VAN ROOSBROECK; HANSEN *et al.*, 2014).

O PAQ-C apresenta uma pontuação em scores, variando de 1 a 5, sendo o score final determinado pela média das questões. O score (1) é atribuído a “inativo”, o score (2) a “insuficientemente ativo”, o score (3) a “moderadamente ativo”, o score (4) a “ativo” e o score (5) a “muito ativo” (KOWALSKI; CROCKER; DONEN, 2004). O score final é determinado pela média aritmética das questões, sendo o score de 1 a <3 considerado insuficientemente ativo e o score  $\geq 3$  considerado “ativo” (KOWALSKI; CROCKER; DONEN, 2004).

## 5.11 CONTROLE DE QUALIDADE DE INFORMAÇÃO

### 5.11.1 Dobras cutâneas

A coleta dos dados foi realizada por dois técnicos treinados no centro acadêmico de Vitória de Santo Antão (Laboratório de fisiologia do Esforço da Universidade Federal de Pernambuco), profissionais de educação física. Ravi Marinho dos Santos, responsável pela coleta das dobras cutâneas dos meninos e Isabele Góes Nobre, responsável pela coleta da dobra cutânea das meninas. O controle de qualidade da informação passou por diferentes etapas: (1) Os detalhes da estrutura e

protocolos de avaliação das variáveis antropométricas e da composição corporal foram apresentados aos avaliadores; (2) O treinamento dos avaliadores foi realizado por profissionais experientes, onde todos os membros da equipe testaram cada um dos procedimentos em si próprios (3) Os dois avaliadores selecionados realizaram um teste piloto em um grupo de crianças da comunidade adjacente ao centro acadêmico que realizam atividades desportivas na instituição; (4) Após o início da coleta dos dados, foram realizados re-testes em amostras aleatórias, com aproximadamente, 10% da amostra total de crianças, em dois dias diferentes em uma mesma semana (5) A fiabilidade da medida intra-avalador foi estimada a partir do coeficiente de correlação intraclassa ( $R$ ), onde espera-se que os valores de  $R$  sejam os mais próximos de 1 e que o intervalo de confiança (IC) seja pequeno, garantindo a precisão das estimativas (Tabela 1).

### **5.11.2 Pressão Arterial**

O controle de qualidade das medidas de pressão arterial foi realizado em quatro etapas: 1) treinamento teórico de um turno sobre os procedimentos de aferição da pressão arterial e a importância da padronização das medidas; 2) treinamento prático das medidas entre a equipe de trabalho; 3) após o início da coleta dos dados, foram realizados re-testes em amostras aleatórias, com aproximadamente, 10% da amostra total de crianças, em dois dias diferentes com intervalo de uma semana; 4) estimativas de confiabilidade, com o coeficiente de correlação intraclassa ( $R$ ), onde espera-se que os valores de  $R$  sejam os mais próximos de 1 e que o intervalo de confiança (IC) seja pequeno, garantindo a precisão das estimativas (Tabela 1). O treinamento foi conduzido por um professor do curso de Enfermagem do Centro Acadêmico de Vitória – UFPE, considerando a sua experiência em aferição da pressão arterial (Tabela 1)..

### **5.11.3 Recordatório de 24h**

A qualidade da informação coletada pelo R24h depende da memória, cooperação e motivação do entrevistado, mas especialmente do preparo e da atuação do entrevistador. Por isso, o R24h foi aplicado por 3 profissionais nutricionistas e 5 estudantes de nutrição, que realizaram o treinamento com utilização de formulário padrão para aplicação do R24h e manual explicativo para o seu preenchimento. Todos

os membros da equipe testaram a realização da entrevista uns com os outros, mediante avaliação dos nutricionistas, até que todos demonstrassem segurança e destreza na aplicação dos questionários. Com objetivo de reduzir o risco de erro interavaliador, cada criança foi avaliada pelo mesmo avaliador em todos os momentos.

Embora estudos demonstrem que crianças na faixa etária utilizada neste delineamento já são aptas a responder o que consumiram no dia anterior (LIVINGSTONE; ROBSON, 2000; SOARES; MAIA, 2013), a capacidade cognitiva das crianças para responder o R24h, vem sendo constantemente questionada. Com intuito de avaliar a fiabilidade da resposta dos R24h, foram realizados testes de controle de qualidade da informação entre mães e filhos, com aproximadamente 10% da amostra total de crianças. A seleção das crianças foi feita por conveniência, uma vez que só tivemos acesso aos pais que optaram por comparecer ao exame da coleta de sangue. O consumo alimentar foi quantificado a partir do *software* ADS Nutri, versão 9.0. A fiabilidade da resposta, entre pais e filhos, em Kcal/dia foi estimada a partir do coeficiente de correlação intraclasse (R), onde espera-se que os valores de R sejam os mais próximos de 1 e que o intervalo de confiança (IC) seja pequeno, garantindo a precisão das estimativas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Estimativas de confiabilidade dos diferentes testes e medidas realizados (valores de correlação intraclasse (R) que se situam, sempre, entre 0 e 1).

Variável	R	95% IC
<b>Medidas somáticas</b>		
Estatura	0,996	0,989 - 1,00
Circunferência de cintura	0,995	0,986 - 0,998
Circunferência de quadril	0,991	0,973 - 0,997
<b>Composição corporal</b>		
Dobra tricipital	0,986	0,959 - 0,995
Dobra subescapular	0,989	0,969 - 0,996
<b>Pressão Arterial</b>		
Pressão arterial sistólica	0,973	0,933 - 0,989
Pressão arterial diastólica	0,959	0,895 - 0,984
<b>Consumo Alimentar</b>		
Total	0,847	0,561 - 0,946
- Café da manhã	0,769	0,244 - 0,930
- Almoço	0,819	0,437 - 0,942
- Jantar	0,840	0,525 - 0,946

## 5.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória dos dados para identificar a eventual presença de informações incorretas ou inconsistentes (outliers), bem como testar a hipótese de normalidade (Kolmogorov-Smirnov). As variáveis categóricas são apresentadas com valores percentuais, e as variáveis contínuas estão apresentadas como média, desvio padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança.

### 5.12.1 Procedimento adotado para a análise de covariância

Em relação a todas as variáveis selecionadas, diferenças entre os grupos eutrofia, sobrepeso e obesidade, foram avaliadas usando modelos de ANOVA, seguidos do teste de Bonferroni. Para analisar o efeito das variáveis sobre os fatores de risco cardiometabólico foi realizada uma análise de covariância (ANCOVA). As influências das covariáveis foram avaliadas a partir dos cinco modelos a seguir: O modelo 1 descreveu ajustes a partir da composição corporal, o modelo 2 descreveu os ajustes a partir dos dados no nascimento, o modelo 3 descreveu os ajustes a partir das variáveis demográficas, o modelo 4 descreveu os ajustes a partir dos dados do consumo alimentar e o modelo 5 descreveu os ajustes a partir dos indicadores do sedentarismo. As análises foram realizadas usando o programa estatístico SPSS versão 23.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL), com nível de significância de 5%.

### 5.12.2 Procedimento adotado para as RNAs

Para comparações intergrupos (eutrofia e excesso de peso), foi realizado o teste *t-student* para amostras independentes ou o teste do qui-quadrado de Pearson ( $\chi^2$ ; variáveis categóricas). A identificação dos fatores de risco para o excesso de peso, foi realizada através da análise de rede neural artificial. Antes de iniciar a realização dos experimentos, foi necessário executar o procedimento de normalização dos dados. Este tipo de procedimento se dá devido a todos os dados apresentados a rede neural utilizada devem estar sob o domínio da função de ativação empregada (Intervalo entre 0 e 1). Após padronizar os dados, a série será dividida em três partes: conjunto de treinamento (aproximadamente 70% da massa total de dados), conjunto de validação (aproximadamente 30% da massa total de dados) conforme sugerido por

(PRETCHELT, 1994). As variáveis de entrada e saída da rede neural estão descritas na tabela 1. A arquitetura da RNA utilizada nos experimentos foram todas fixadas na estrutura de 1 camada entrada, neurônios na camada escondida (definidos empiricamente) e 1 neurônio na camada de saída. A performance da rede neural foi determinada pela sensibilidade, especificidade e a área sob a curva de característica de operação de receptor (ROC).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 ARTIGO 1: OBESITY AND CARDIOVASCULAR RISK IN CHILDREN FROM 7 TO 9 YEARS: INFLUENCES OF BIRTH WEIGHT, BODY COMPOSITION, FOOD CONSUMPTION AND SEDENTARY LIFESTYLE INDICATORS

Os valores percentuais da amostra por características demográficas, dados do nascimento e fatores de risco comportamentais nos diferentes estados nutricionais (eutrofia, sobrepeso e obesidade) são apresentados na Tabela 2.

Como esperado, as variáveis antropométricas e de composição corporal foram diferentes entre os grupos, exceto em relação à altura. Os valores de pressão arterial, diastólica e sistólica, foram maiores no grupo com obesidade, assim como os triglicérides e a glicemia quando comparados ao grupo eutrófico (Tabela 3). De acordo com as recomendações da NHBPEP, 6 crianças atingiram os critérios para o diagnóstico de hipertensão arterial, dessas, 5 tinham obesidade.

Na avaliação do consumo alimentar, as crianças variaram entre 700 e 2500 g/d, independente do seu estado nutricional. É interessante observar que o grupo de crianças que apresentaram obesidade não diferiu dos outros grupos em termos quantitativos em relação ao consumo de lipídeos e proteínas, mas houve um aumento no consumo de carboidratos. Em relação aos micronutrientes, as crianças com obesidade apresentaram maior consumo de sódio e não diferiram em relação ao cálcio e potássio. Relativamente ao consumo qualitativo, os grupos foram similares entre si e o consumo médio em kcal/dia variou em  $1749,47 \pm 40,68$  para os eutróficos,  $1795,11 \pm 65,7$  para crianças com sobrepeso, e  $1801,05 \pm 58,02$  para as crianças com obesidade ( $p > 0.05$ ). A contribuição calórica de proteínas, lipídeos e carboidratos por dia também foi similar entre os grupos (Tabela 4).

As diferenças entre os grupos (eutrófico, sobrepeso e obesidade) em relação às variáveis cardiometabólicas podem ser influenciadas por variáveis relacionadas a composição corporal, ao período gestacional e peso ao nascer, ao consumo alimentar, ao sexo e à idade. Ademais, indicadores de sedentarismo podem potencializar estas diferenças. Nossos dados demonstram que mesmo após controle com estas variáveis de intervenção, as diferenças entre pressão arterial, triglicérides e glicemia permaneceram. Exceto o HDL, que quando ajustado para os dados do nascimento, apresentou menores valores para o grupo de crianças com obesidade, quando

comparado com o grupo de crianças com eutrofia. Após avaliar o impacto da composição corporal sobre as variáveis cardiometabólicas, as diferenças encontradas nos diferentes estados nutricionais desapareceram para a PAS, PAD e triglicérides, e as diferenças que surgiram (PAD) ou persistiram (glicemia) encontram-se dentro dos padrões biológicos de normalidade (Tabela 5).

Tabela 2-Prevalência amostral de características demográficas, dados de nascimento e indicadores de estilo de vida sedentário segundo estado nutricional

	Eutrofia (N=85)	Sobrepeso (N = 34)	Obesidade (N = 47)	P-valor
	%	%	%	
<b>Características demográficas</b>				
Sexo (%)				0,159
Femino	63,90	52,90	45,70	
Masculino	36,10	47,10	54,30	
Idade (%)				0,301
7 anos	23,26	35,29	23,53	
8 anos	39,53	20,59	27,45	
9 anos	37,21	44,12	49,02	
<b>Dados do nascimento <sup>1</sup></b>				
Idade gestacional (%)				0,318
22- 26 semanas	0,00	0,00	2,30	
27 - 30 semanas	5,60	3,00	2,30	
31 - 35 semanas	6,90	0,00	9,30	
36 - 40 semanas	87,50	97,00	86,00	
<b>Indicadores do sedentarismo</b>				
Nível de atividade física (%)				0,491
Insuficiente	91,40	87,90	86,70	
Adequado	8,60	12,10	13,30	
Tempo de TV (%)				0,28
Até 2h	62,30	48,40	65,10	
1 Tamanho de amostra diferente	37,70	51,60	34,90	

<sup>1</sup> Diferentes tamanhos de amostra: Eutrofia = 67; Sobrepeso = 29; Obesidade = 39

<sup>a</sup> vs Eutrofia; <sup>b</sup> vs Excesso de peso - ANOVA de sentido único

Tabela 3 - Estatística descritiva (média, desvio-padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança) do peso ao nascer, antropometria, composição corporal, pressão arterial e marcadores bioquímicos de acordo com o estado nutricional.

	Eutrofia (N=85)			Sobrepeso (N = 34)			Obesidade (N = 47)		
	Média (SD)	Min - Máx	95% IC	Média	Min - Máx	95% IC	Média	Min - Máx	95% IC
<b>Peso ao nascer (g)</b> <sup>1</sup>	3224,83 (70,07)	1445,00 - 5100,00	3384,21 - 3241,57	3363,48 (62,79)	2555,00 - 4300,00	3188,06 - 3485,67	3333,56 (79,79)	1280,00 - 4995,00	3113,00 - 3526,00
<b>Antropometria e composição corporal</b>									
Massa corporal (kg)	26,64 (0,48)	17,60 - 36,10	28,04 - 26,76	33,64 (0,97) <sup>a</sup>	25,20 - 44,8	31,43 - 35,19	47,12 (1,39) <sup>ab</sup>	34,10 - 71,30	43,38 - 49,61
Altura (cm)	130,42 (0,90)	114,00 - 148,50	132,78 - 130,47	131,71 (1,46)	118,00 - 154,00	128,57 - 134,74	136,94 (1,3) <sup>ab</sup>	116,00 - 156,00	132,67 - 138,58
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	15,57 (0,14)	13,04 - 18,68	15,98 - 15,64	19,25 (0,18) <sup>a</sup>	17,86 - 21,29	18,75 - 19,46	24,97 (0,46) <sup>ab</sup>	20,33 - 33,68	24,00 - 26,30
Circunferência de cintura (cm)	56,08 (0,44)	48,00 - 66,00	57,54 - 56,36	64,31 (0,91) <sup>a</sup>	52,00 - 72,50	61,84 - 65,16	76,72 (1,28) <sup>ab</sup>	50,20 - 98,00	73,86 - 79,81
Circunferência de quadril (cm)	66,63 (0,56)	55,67 - 80	68,52 - 67,01	74,56 (0,94) <sup>a</sup>	65,00 - 84,50	71,97 - 75,52	84,97 (1,23) <sup>ab</sup>	60,80 - 107,50	82,11 - 87,64
Percentual de gordura corporal (%)	19,82 (0,83)	7,89 - 62,14	22,87 - 20,18	27,03 (1,08) <sup>a</sup>	16,08 - 36,82	23,76 - 28,39	35,07 (1,18) <sup>ab</sup>	15,99 - 57,40	32,13 - 37,89
Massa gorda (kg)	5,60 (0,37)	1,74 - 25,46	7,00 - 5,51	9,22 (0,55) <sup>a</sup>	4,96 - 13,99	7,74 - 9,8	16,71 (0,85) <sup>ab</sup>	7,19 - 35,15	14,48 - 18,67
Massa livre de gordura (kg)	21,30 (0,40)	11,51 - 31,46	22,22 - 21,14	24,41 (0,65) <sup>a</sup>	18,49 - 35,11	23,14 - 25,94	29,97 (0,85) <sup>ab</sup>	18,19 - 43,51	28,06 - 31,78
<b>Pressão arterial</b>									
Pressão arterial sistólica (mmHg)	93,02 (0,93)	77,78 - 113,33	95,30 - 92,88	92,61 (1,36)	78,89 - 106,67	89,06 - 95,00	101,06 (1,16) <sup>ab</sup>	84,44 - 120,00	98,18 - 103,85
Pressão arterial diastólica (mmHg)	62,87 (0,90)	41,11 - 80,00	65,03 - 63,14	60,45 (1,38)	33,33 - 68,89	56,03 - 61,90	68,69 (1,24) <sup>ab</sup>	40,00 - 86,67	64,87 - 70,87
<b>Indicadores bioquímicos no sangue</b> <sup>2</sup>									
Colesterol total (mg/dL)	155,29 (3,21)	100,00 - 216,00	162,47 - 155,21	155,68 (5,98)	100,00 - 217,00	143,44 - 167,94	157,79 (3,03)	108,00 - 184,00	151,41 - 164,37
HDL-colesterol (mg/dL)	44,94 (1,48)	18,00 - 66,00	48,52 - 45,59	41,72 (1,92)	15,00 - 63,00	37,78 - 45,66	39,55 (2,49)	15,00 - 88,00	34,06 - 44,72
LDL-colesterol (mg/dL)	95,47 (2,94)	50,00 - 174,00	102,25 - 94,79	96,68 (5,57)	43,00 - 165,00	85,26 - 108,12	96,39 (3,53)	53,00 - 120,00	88,62 - 103,77
Triglicédeos (mg/dL)	74,30 (3,69)	45,00 - 153,00	79,84 - 69,66	86,31 (11,46)	45,00 - 345,00	62,82 - 109,8	115,11 (12,93) <sup>a</sup>	45,00 - 413,00	90,46 - 145,21
Glicemia (mg/dL)	82,94 (0,78)	72,00 - 111,00	84,57 - 82,47	84,75 (0,76)	76,00 - 93,00	83,2 - 86,32	87,13 (1,06) <sup>a</sup>	73,00 - 98,00	85,15 - 89,57

<sup>1</sup> Tamanho de amostra diferente: Eutrofia = 72; Sobrepeso = 33; Obesidade = 44

<sup>2</sup> Diferentes tamanhos de amostra: Eutrofia = 67; Sobrepeso = 29; Obesidade = 39

<sup>a</sup> vs Eutrofia; <sup>b</sup> vs Excesso de peso - ANOVA one-way

Tabela 4 - Estatística descritiva (média, desvio-padrão, mínimo e intervalo de confiança) do consumo alimentar de acordo com o estado nutricional.

	Eutrofia (N=85)				Sobrepeso (N = 34)				Obesidade (N = 47)			
	Média (DP)	Min-máx	95% IC	Média (DP)	Min-máx	95% IC	Média (DP)	Min-máx	95% IC	Média (DP)	Min-máx	95% IC
<b>Consumo quantitativo</b>												
Ingestão alimentar (g/d)	1202,99 (34,38)	707,17 - 2294,73	1135,78 - 1275,10	1229,99 (62,16)	713,00 - 2572,67	1103,52 - 1356,46	1255,93 (52,58)	731,00 - 2279,00	1149,62 - 1366,18	1202,99 (34,38)	707,17 - 2294,73	1135,78 - 1275,10
Proteínas (g/dia)	68,97 (1,95)	44,62 - 133,16	65,45 - 73,37	64,74 (3,56)	36,42 - 128,25	57,51 - 71,98	73,79 (2,91)	32,97 - 122,97	67,66 - 79,65	68,97 (1,95)	44,62 - 133,16	65,45 - 73,37
Lipídeos (g/dia)	58,67 (1,67)	34,13 - 98,33	55,86 - 62,57	60,98 (3,96)	34,24 - 132,51	52,93 - 69,03	64,57 (3,01)	23,30 - 121,26	58,51 - 70,63	58,67 (1,67)	34,13 - 98,33	55,86 - 62,57
Carboidratos (g/dia)	247,64 (5,75)	166,69 - 415,08	236,08 - 259,48	254,81 (7,43)	184,33 - 351,49	239,68 - 269,93	275,27 (12,16) a	139,69 - 509,34	250,77 - 299,77	247,64 (5,75)	166,69 - 415,08	236,08 - 259,48
Fibra (g/dia)	17,92 (0,48)	9,51 - 30,41	16,94 - 18,88	18,44 (0,66)	10,55 - 26,37	17,10 - 19,78	18,63 (0,69)	9,96 - 31,57	17,25 - 20,02	17,92 (0,48)	9,51 - 30,41	16,94 - 18,88
Cálcio (g/dia)	420,00 (15,23)	195,95 - 781,64	393,95 - 455,6	427,77 (29,49)	220,62 - 890,24	367,77 - 487,77	456 (28,46)	162,52 - 1082,56	398,65 - 513,34	420,00 (15,23)	195,95 - 781,64	393,95 - 455,6
Sódio (g/dia)	1714,76 (78,05)	237,44 - 4015,95	1564,68 - 1884,22	1832,92 (154,32)	610,62 - 4616,88	1518,95 - 2146,89	2094,97 (110,08) a	708,05 - 3801,57	1873,11 - 2316,83	1714,76 (78,05)	237,44 - 4015,95	1564,68 - 1884,22
Potássio (g/dia)	1548,19 (26,31)	956,02 - 2211,18	1499,41 - 1605,34	1547,79 (47,27)	1099,22 - 2191,25	1451,63 - 1643,96	1611,48 (38,79)	1157,84 - 2299,87	1533,31 - 1689,65	1548,19 (26,31)	956,02 - 2211,18	1499,41 - 1605,34
<b>Consumo qualitativo</b>												
Ingestão alimentar (kcal/dia)	1749,47 (40,68)	1286,80 - 2622,83	1658,84 - 1795,56	1795,11 (65,7)	1250,15 - 2726,23	1661,43 - 1928,79	1801,05 (58,02)	1098,05 - 2804,74	1682,87 - 1921,92	1749,47 (40,68)	1286,80 - 2622,83	1658,84 - 1795,56
Proteínas (kcal/dia)	273,18 (7,85)	148,26 - 534,83	256,85 - 288,38	249,65 (15,44)	110,79 - 463,73	218,24 - 281,07	267,98 (9,51)	119,63 - 401,83	247,4 - 286,29	273,18 (7,85)	148,26 - 534,83	256,85 - 288,38
Lipídeos (kcal/dia)	491,6 (16,72)	275,54 - 880,83	455,22 - 518,66	529,8 (32,19)	255,88 - 1063,27	464,3 - 595,3	513,77 (24,46)	240,46 - 922,58	461,88 - 562,47	491,6 (16,72)	275,54 - 880,83	455,22 - 518,66
Carboidratos (kcal/dia)	984,68 (24,81)	625,73 - 1525,85	927,79 - 1007,5	1015,66 (33,32)	669,75 - 1401,06	947,87 - 1083,44	1017,51 (35,35)	501,59 - 1851,20	949,19 - 1093,91	984,68 (24,81)	625,73 - 1525,85	927,79 - 1007,5

<sup>a</sup> vs Eutrofia; <sup>b</sup> vs Sobrepeso - ANOVA one-way

Tabela 5 - Análise de covariância (médias e erros padrão) mostrando alteração estimada na pressão arterial média e marcadores bioquímicos) após ajuste por composição corporal, dados de nascimento, variáveis demográficas, indicadores de consumo alimentar e estilo de vida sedentário em crianças de acordo com o estado nutricional.

	Estado nutricional	Pressão Arterial			Indicadores bioquímicos no sangue						
		Sistólica	Diastólica	Coolesterol total	HDL-colesterol	LDL-colesterol	Triglicérides	Glicemia			
<b>Modelo 1</b>	Eutrofia	96,26 (1,20)	66,22 (1,24)	156,84 (4,51)	43,42 (2,15)	97,23 (4,32)	79,33 (9,57)	82,33 (1,04)			
Ajustado pela composição corporal <sup>1</sup>	Sobrepeso	92,56 (1,34)	60,27 (1,38) <sup>a</sup>	154,74 (5,00)	41,55 (2,38)	96,16 (4,80)	84,99 (10,62)	84,79 (1,15)			
	Obesidade	95,01 (1,78)	62,02 (1,83)	153,45 (6,71)	42,51 (3,19)	92,04 (6,43)	102,69 (14,25)	88,11 (1,55) <sup>a</sup>			
<b>Modelo 2</b>	Eutrofia	93,07 (0,97)	63,08 (0,99)	154,39 (3,30)	45,53 (1,59)	94,88 (3,19)	69,79 (7,11)	82,66 (6,48)			
Ajustado por dados de nascimento <sup>2</sup>	Sobrepeso	92,45 (1,42)	60,10 (1,45)	155,89 (4,81)	41,72 (2,32)	96,95 (4,66)	85,94 (10,39)	84,76 (4,09)			
	Obesidade	100,32 (1,18) <sup>ab</sup>	68,37 (1,20) <sup>ab</sup>	155,69 (4,06)	39,19 (1,95) <sup>a</sup>	95,31 (3,93)	111,45 (8,77) <sup>a</sup>	87,27 (6,47) <sup>a</sup>			
<b>Modelo 3</b>	Eutrofia	93,21 (0,90)	62,55 (0,92)	153,40 (3,11)	45,182 (1,53)	93,961 (2,97)	70,79 (6,78)	83,20 (0,72)			
Ajustado por variáveis demográficas <sup>3</sup>	Sobrepeso	92,56 (1,41)	60,28 (1,44)	156,66 (4,79)	42,643 (2,35)	96,689 (4,57)	86,986 (10,43)	84,484 (1,11)			
	Obesidade	100,54 (1,15) <sup>ab</sup>	68,80 (1,17) <sup>ab</sup>	157,65 (3,98)	39,44 (1,96)	97,06 (3,80)	111,33 (8,67) <sup>a</sup>	86,77 (0,92) <sup>a</sup>			
<b>Modelo 4</b>	Eutrofia	92,97 (0,90)	62,66 (0,94)	154,74 (3,22)	45,20 (1,54)	94,32 (3,07)	76,84 (6,67)	82,97 (0,73)			
Ajustado pelo consumo alimentar <sup>4</sup>	Sobrepeso	92,81 (1,45)	60,45 (1,15)	154,95 (5,13)	40,98 (2,46)	96,65 (4,98)	86,85 (10,36)	84,99 (1,14)			
	Obesidade	100,56 (1,16) <sup>ab</sup>	68,55 (1,20) <sup>ab</sup>	155,90 (4,13)	39,78 (1,98)	95,71 (3,94)	101,43 (8,58) <sup>a</sup>	86,89 (0,94) <sup>a</sup>			
<b>Modelo 5</b>	Eutrofia	92,56 (0,99)	62,88 (1,04)	156,73 (3,47)	45,41 (1,75)	96,39 (3,21)	74,39 (7,96)	82,82 (0,83)			
Ajustado pelos indicadores do sedentarismo <sup>5</sup>	Sobrepeso	92,76 (1,48)	60,46 (1,56)	155,93 (5,06)	42,23 (2,56)	96,21 (4,68)	87,49 (11,60)	85,12 (1,20)			
	Obesidade	100,86 (1,19) <sup>ab</sup>	68,68 (1,25) <sup>ab</sup>	156,93 (4,06)	40,35 (2,05)	95,18 (3,76)	107,35 (9,31) <sup>a</sup>	86,81 (0,97) <sup>a</sup>			

<sup>a</sup> vs Eutrofia; <sup>b</sup> vs Sobrepeso - ANOVA one-way

<sup>1</sup> Ajustado pelas circunferências da cintura e do quadril, massa gorda, massa livre de gordura e porcentagem de gordura corporal

<sup>2</sup> Ajustado por peso ao nascer e idade gestacional

<sup>3</sup> Ajustado por idade e sexo

<sup>4</sup> Ajustado pela ingestão de alimentos (g/d e kcal/d), proteína (g/dia), lipídios (g/dia), carboidratos (g/dia), fibra (g/dia), fibra (g/dia), cálcio (g/dia), sódio (g/dia), potássio (g/dia).

<sup>5</sup> Ajustado pelo nível de atividade física e tempo em frente a TV.

## 6.2 ARTIGO 2: USE OF AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK IN THE IDENTIFICATION OF THE MAIN RISK FACTORS RELATED TO THE OVERWEIGHT IN CHILDREN 7 TO 9 YEARS.

### **Características descritivas da amostra**

Os valores percentuais e a estatística descritiva da amostra para crianças com eutrofia e excesso de peso são apresentados nas Tabelas 6 e 7. As diferenças encontradas na massa corporal, estatura e IMC das crianças condizem com o perfil de caracterização da nossa amostra nos diferentes estados nutricionais (eutrofia e excesso de peso). A prevalência de excesso de peso foi de 51,7%.

Em ambos os grupos, nossa amostra foi predominante para: sexo feminino, nascidos a termo, score Z para a altura adequado e nível de atividade insuficiente. Em relação ao contexto familiar, a maioria das crianças tinham como responsáveis ambos os pais e compartilhavam a residência com aproximadamente 3-4 pessoas (Tabela 6).

Na tabela 7, crianças com BPN (<2500g) e EPN (>3900g) foram encontradas em ambos os grupos, no entanto, os valores médios encontravam-se dentro da normalidade e não diferiram entre o grupo eutrofia e excesso de peso. Relativamente à ingestão alimentar, mesmo com consumo quantitativo médio de 1255,43 ± 38,95, e com calorias totais ingeridas de 1806,39 ± 46,11, o grupo com excesso de peso não diferiu do grupo eutrofia. Por fim, também não foram observadas diferenças no tempo que as crianças passavam assistindo televisão.

### **Construção e desempenho da rede**

As variáveis de entrada para o modelo de excesso de peso da RNA foram 12, associadas aos dados do nascimento, antropometria, contexto familiar e estilo de vida. Em seguida, elas foram apresentadas à rede geral, na qual a previsão final do excesso de peso correspondia a duas unidades de saída, eutrofia e excesso de peso (tabela 8). A Figura 10 mostra o esquema geral da arquitetura de rede neural para o modelo de previsão do excesso de peso, cuja melhor arquitetura obtida foi 12-3-2 (12 neurônios na camada de entrada, 3 neurônios na camada oculta e 2 neurônios na camada de saída).

A análise ROC (Figura 11) indicou que a área sob a curva da RNA (0,8,  $p < 0,01$ ) apresentou uma boa confiabilidade sobre o modelo para predição do excesso de peso. A tabela 9 mostra que, para o grupo utilizado para o treinamento (aprendizagem) da rede, a previsão da estimativa de excesso de peso foi de 56,96%, enquanto que os valores reais apresentaram prevalência de 59,49%. Além disso, o conjunto de treinamento apresentou sensibilidade de 74,47%, especificidade de 68,75% e acurácia de 72,15%. No grupo utilizado para o teste (validação) da rede, a previsão da estimativa de excesso de peso foi de 45,95%, enquanto que os valores reais apresentaram prevalência de 40,54%. Ademais, a sensibilidade, especificidade e acurácia apresentaram valores de 64,71%, 80% e 72,97%.

Esses resultados apontam que a rede neural artificial foi capaz de mostrar uma boa capacidade para simular ambas as saídas, identificando as diferenças nos estados nutricionais usando apenas associadas ao nascimento, ao contexto familiar e ao estilo de vida.

### **Indicadores do excesso de peso pela rede neural**

A partir da análise da rede neural, a significância qualitativa (importância normalizada) das variáveis de entrada sobre os valores previsto de eutrofia e excesso de peso foram avaliadas (tabela 10). As condições de nascimento (idade gestacional e peso ao nascer) e as calorias totais ingeridas foram as variáveis de maior importância para a determinação do excesso de peso. Já os indicadores do sedentarismo apresentaram menor importância relativa para o modelo.

Tabela 6 - Valores percentuais das características antropométricas e demográficas, dados de nascimento e indicadores de estilo de vida sedentário e contexto familiar em crianças com eutrofia e sobrepeso.

	Eutrofia (N=72)	Excesso de Peso (N=77)	p- valor <sup>1</sup>
	%	%	
<b>Caract. antropométricas e demográficas</b>			
Sexo (%)			
Feminino	67,90	53,30	0,110
Masculino	32,10	46,70	
Raça (%)			
Branca	26,80	40,00	0,321
Negra	25,00	20,00	
Parda	48,20	40,00	
Score Z - Altura/Idade (Déficit estatural)			
Baixo para idade	7,10	1,70	0,147
Adequado para idade	92,90	98,30	
<b>Dados do nascimento</b>			
Idade gestacional (%)			
22 - 26 semanas	0,00	1,70	0,384
27 - 30 semanas	7,10	1,70	
31 - 35 semanas	5,40	6,70	
36 - 40 semanas	87,50	90,00	
<b>Indicadores do sedentarismo</b>			
Nível de atividade física (%)			
Insuficiente	91,10	88,10	0,607
Adequado	8,90	11,90	
<b>Contexto familiar</b>			
Ocupação Materna			
Trabalha fora	53,60	41,70	0,199
Dona de casa	46,40	58,30	
Arranjo familiar			
Mãe	32,10	23,30	0,728
Pai	1,80	1,70	
Mãe e Pai	53,60	63,30	
Outro familiar	12,50	11,70	
Nº de moradores do domicílio			
2-3 pessoas	30,40	28,30	0,038
4-5 pessoas	50,00	66,70	
≥ 6 pessoas	19,60	5,00	

<sup>1</sup> Teste qui-quadrado de Pearson

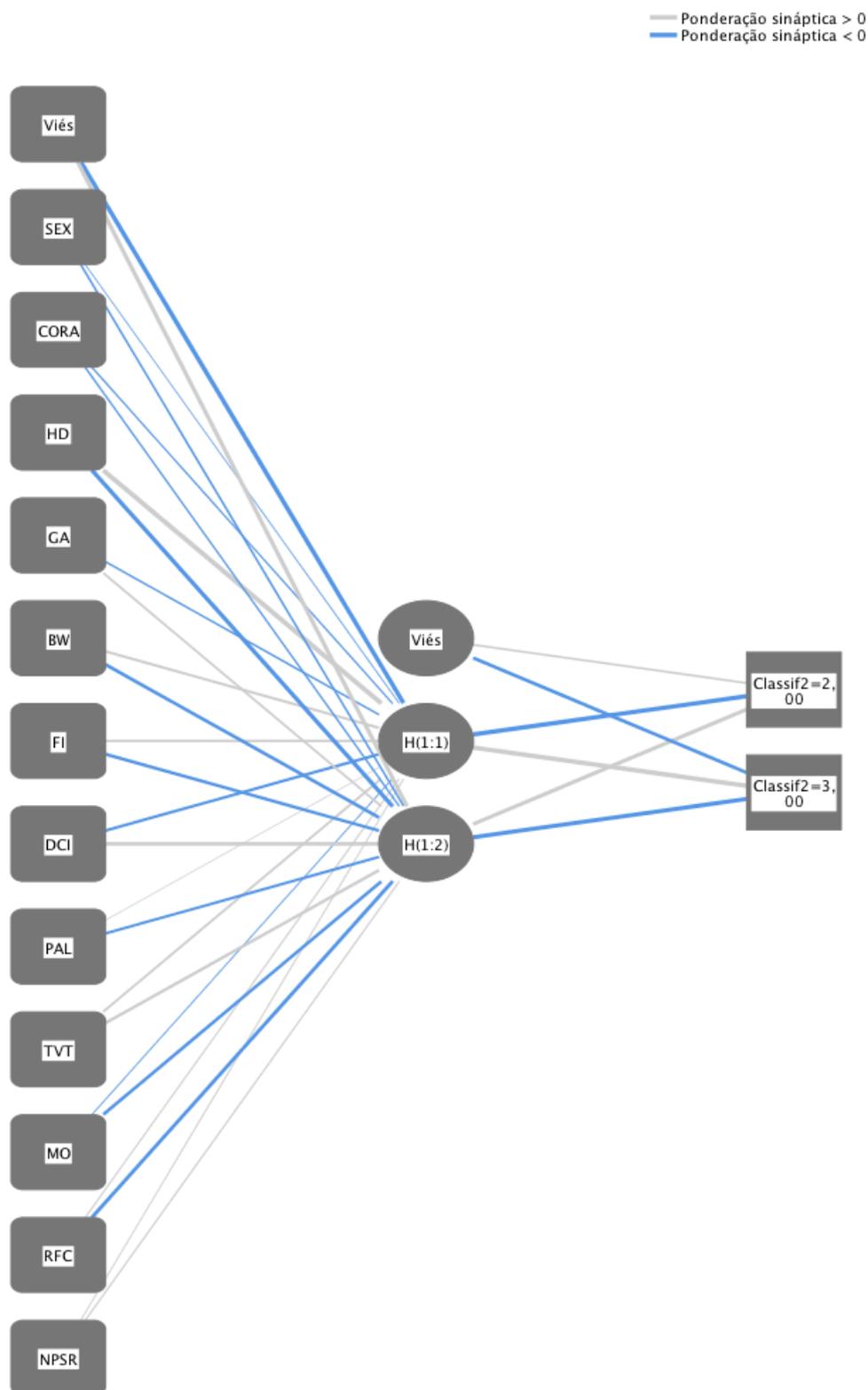
Tabela 7- Estatística descritiva (média, desvio padrão, intervalo de confiança, valores mínimos e máximos) da amostra para crianças com eutrofia e excesso de peso

	Eutrofia (N = 72)			Excesso de peso (N = 77)			P-valor <sup>1</sup>
	Média ± DP	95% IC	Mín-Máx	Média ± DP	95% IC	Mín-Máx	
Massa corporal (kg)	26,54 ± 0,56	25,43 - 27,66	17,60 - 35,60	41,98 ± 1,42	39,11 - 44,85	25,20 - 71,30	<0,001
Altura (cm)	130,44 ± 1,08	128,28 - 132,59	114,00 - 148,00	135,05 ± 1,24	132,57 - 137,53	116,00 - 160,00	<0,05
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	15,52 ± 0,16	15,20 - 15,84	13,04 - 17,80	22,73 ± 0,52	21,67 - 23,79	17,86 - 33,68	<0,001
Peso ao nascer (g)	3187,39 ± 84,94	3017,17 - 3357,62	1445,00 - 5100,00	3334,75 ± 67,78	3197,87 - 3471,62	1280,00 - 4995,00	0,151
Ingestão alimentar (g/d)	1192,58 ± 46,39	1099,62 - 1285,54	707,17 - 2180,00	1255,43 ± 38,95	1177,45 - 1333,4	713,00 - 2027,33	0,3
Calorias totais ingeridas (kcal/dia)	1761,60 ± 54,04	1653,31 - 1869,89	1299,76 - 3268,46	1806,39 ± 46,11	1714,1 - 1898,68	1263,22 - 2653,5	0,528
Tempo em frente a TV (h/d)	2,32 ± 0,26	1,79 - 2,85	0,16 - 7,00	2,62 ± 0,22	2,17 - 3,07	0,50 - 7,00	0,438

<sup>1</sup> Test-t para amostras independentes

Tabela 8 - Variáveis de entrada e saída para os modelos de rede neural artificial

<b>Níveis</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>	
Saída	Score Z - IMC/idade	Eutrofia Excesso de peso	Dicotômica	
	Sexo	Feminino Masculino	Dicotômica	
	Cor da pele	Branco Negro Pardo	Categórica	
	Score Z - Altura/idade	Baixa estatura para idade Estatura adequada para idade	Dicotômica	
Entradas	Idade gestacional	25 - 28 29 - 32 33 - 37 38 - 42	Categórica (semanas)	
	Peso ao nascer	-	Númérico (g)	
	Ingestão alimentar	-	Númérico (g/dia)	
	Ingestão alimentar	-	Númérico (kcal/dia)	
	Nível de atividade física	Insuficiente Adequado	Dicotômica	
	Tempo em frente a TV	-	Númérica (horas/dia)	
	Ocupação materna	Dona de casa Trabalha fora Mãe	Dicotômica	
	Responsável pela criança	Pai Mãe e Pai Outro familiar	Categórica	
	Número de pessoas que compartilham a residência (contando com a criança)		2-3 pessoas	Categórica
			3-4 pessoas >6 pessoas	



Função de ativação de camada oculta: Tangente hiperbólica

Função de ativação de camada de saída: Softmax

Figura 10 - Esquema estrutural da RNA. Cada linha é o peso que conecta uma camada à seguinte. O modelo proposto envolveu 12 variáveis de entrada, 2 neurônios na camada oculta e um neurônio na camada de saída.

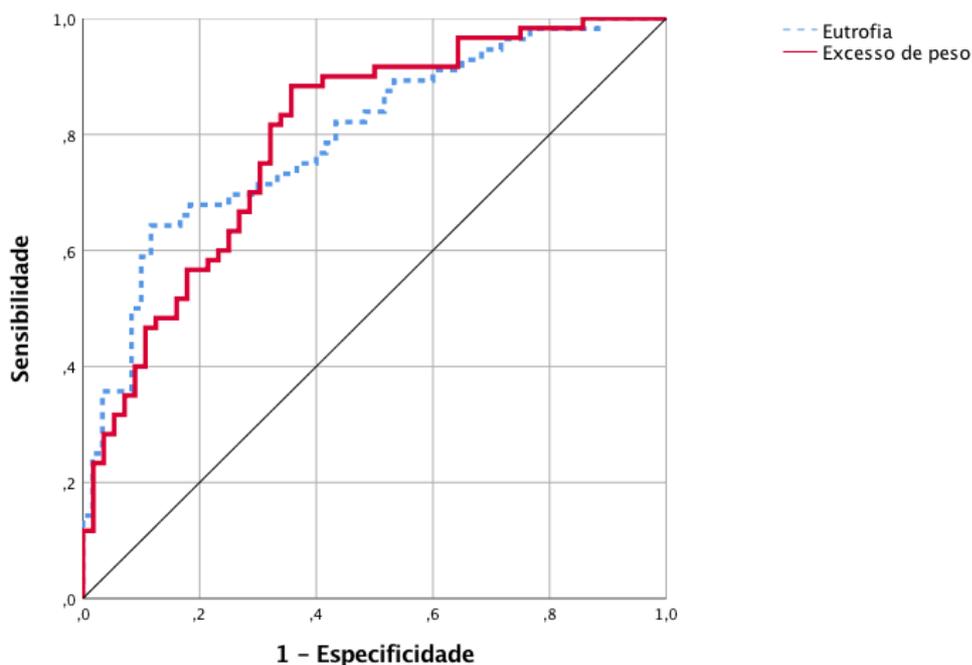


Figura 11 - Curva ROC para predição da eutrofia e excesso de peso nas crianças dos 7 aos 9 anos.

Tabela 9 - Desempenho da rede neural

Área sob a curva de ROC	0,80
P-valor	<0,001
95% IC	0,628 - 0,892

#### Treinamento

Sensibilidade (%)	74,47%
Especificidade (%)	68,75%
Prevalência Real (%)	59,49%
Prevalência Estimada (%)	56,96%
Acurácia (%)	72,15%

#### Teste

Sensibilidade (%)	64,71%
Especificidade (%)	80,00%
Prevalência Real (%)	45,95%
Prevalência Estimada (%)	40,54%
Acurácia (%)	72,97%

Tabela 10 - Indicadores do excesso de peso em crianças dos 7 aos 9 anos

	Importância	Importância normalizada
Idade gestacional (meses)	0,154	100,00%
Ingestão calórica diária (kcal/dia)	0,129	83,90%
Peso ao nascer (g)	0,102	66,40%
Número de moradores do domicílio	0,100	65,20%
Déficit estatural	0,092	59,60%
Ingestão alimentar (g/d)	0,088	57,20%
Arranjo familiar	0,081	52,70%
Raça	0,073	47,60%
Ocupação materna	0,063	40,90%
Sexo	0,059	38,40%
Tempo em frente a TV (h/d)	0,054	34,90%
Nível de atividade física	0,004	2,60%

## 7 DISCUSSÃO

Uma das consequências do sobrepeso e obesidade na infância é o aparecimento precoce de distúrbios metabólicos, a exemplo, o aumento da pressão arterial. Os valores médios da PAS e PAD foram mais elevados nas crianças avaliadas com obesidade, e dessas, cinco crianças atingiram os critérios para o diagnóstico de hipertensão arterial. A PA elevada em indivíduos com obesidade, pode levar a: comprometimento da estrutura arterial, elasticidade dos vasos, hipertrofia ventricular esquerda e disfunção cardíaca - função contrátil comprometida - (BONAFINI; GIONTELLA; TAGETTI; MONTAGNANA *et al.*, 2019; JING; BINKLEY; SUEVER; UMASANKAR *et al.*, 2016). Quando associada ao consumo elevado de sódio, também pode provocar um aumento do volume sistólico, retenção de sódio e maior sensibilidade ao sal, aumentando o risco para doença cardiovascular e morte prematura quando adultos (CORREIA-COSTA; COSME; NOGUEIRA-SILVA; MORATO *et al.*, 2016). De fato, as crianças com obesidade apresentaram um maior consumo de sódio ( $p < 0,05$ ) quando comparadas às eutróficas. Estudos prévios têm demonstrado que AUP, ricos em sal, açúcar e gordura, estão associados com o aumento da obesidade infantil (CANELLA; LEVY; MARTINS; CLARO *et al.*, 2014; JUUL; HEMMINGSSON, 2015). Em Vitória de Santo Antão, dados preliminares do nosso grupo de pesquisa identificaram maior consumo absoluto (kcal) de AUP's, de gordura totais e saturadas, carboidrato e sódio nas crianças com excesso de peso quando comparadas às eutróficas (dados não publicados).

O aumento da gordura corporal tem sido constantemente associado com níveis elevados de triglicerídeos e glicemia, e reduzidos níveis de HDL em crianças com obesidade (CARMONA-MONTESINOS; RUIZ-FRAGOSO; PONCE-HINOJOSA; RIVAS-ARANCIBIA, 2015; HAGMAN; HECHT; MARKO; AZMANOV *et al.*, 2018; RUMIŃSKA; MAJCHER; PYRŻAK; CZERWONOGRODZKA-SENCZYNA *et al.*, 2015). Neste estudo, houve redução dos valores do HDL, após ajustes dos dados ao nascimento, nas crianças obesas quando comparadas às eutróficas. As alterações observadas no perfil lipídico e glicêmico, tem sido constantemente associadas a ingestão aumentada de carboidratos ( $p < 0,05$ ), especialmente os de rápida absorção, que favorecem alterações pós-prandiais como hiperglicemia, hiperinsulinemia e hipertrigliceridemia (SANTOS; GAGLIARDI; XAVIER; MAGNONI *et al.*, 2013). Um

estudo realizado com indivíduos dos 4 aos 18 anos, identificou que o consumo de bebidas adoçadas artificialmente, ricas em carboidratos (açúcares livres), foi associado a níveis mais altos de glicose no sangue e aumento dos triglicerídeos (SEFERIDI; MILLETT; LAVERTY, 2018). Uma dieta com alta densidade energética, decorrente do excesso de carboidrato e/ou lipídeo, pode levar ao aumento do tecido adiposo visceral, provocando uma maior liberação de ácidos graxos livres no plasma e acúmulo de lipídeos no fígado e no tecido adiposo (KLOP; ELTE; CABEZAS, 2013). A maior liberação de ácidos graxos não esterificados, estimula a gliconeogênese, inibe a depuração hepática de insulina e provoca acúmulo de triglicerídeos no fígado e músculo, resultando em hiperglicemia e consequente hiperinsulinemia (KLOP; ELTE; CABEZAS, 2013).

No presente estudo, os dados do período de nascimento ajustaram o HDL das crianças, onde, valores considerados semelhantes, para a população com eutrofia e obesidade, se mostraram reduzidos para as crianças com obesidade. Estudos prévios, em crianças e adolescentes, têm demonstrado uma associação negativa entre o HDL e o peso ao nascer, justificando a influência dos dados ao nascimento sobre essa variável (SOUSA; GUIMARÃES; DALTRO; GUIMARÃES, 2013; STERN; BARTLEY; DUGGIRALA; BRADSHAW, 2000). Os mecanismos associados ao desenvolvimento da obesidade podem acontecer no período intrauterino e na vida pós-natal precoce (WHITAKER; DIETZ, 1998). No entanto, STERN; BARTLEY; DUGGIRALA e BRADSHAW (2000) identificaram que a influência ambiental compartilhada por membros da família (alterações fenotípicas atuais) apresentam correlações mais fortes com as variáveis antropométricas, de composição corporal e cardiometabólicas do que as correlações associadas ao peso ao nascer (STERN; BARTLEY; DUGGIRALA; BRADSHAW, 2000). Isso justifica o fato dos dados ao nascimento não terem exercido controle sobre as demais variáveis. Com isso, sabe-se que o peso ao nascer e a idade gestacional podem exercer influência, porém, são eventos não determinísticos sobre as condições atuais de saúde da criança (VILCHIS-GIL; GALVAN-PORTILLO; KLUNDER-KLUNDER; CRUZ *et al.*, 2015).

O consumo alimentar e os indicadores de sedentarismo, em nosso estudo, não exerceram influência sobre as variáveis cardiometabólicas. Esse resultado contrasta com a hipótese de que o consumo alimentar e os indicadores do sedentarismo estão associados ao agravamento de fatores metabólicos de RCV, ou risco cardiometabólico (RCM), em crianças obesas (WU; ZHANG; ZHEN, 2016).

Entretanto, os ajustes da composição corporal, deixam claro que a adiposidade é um fator crítico para o desenvolvimento dos fatores associados as doenças cardiometabólicas, corroborando com diversos achados na literatura (ALI; CERJAK; KENT; JAMES *et al.*, 2014; CASTRO-PIÑERO; ORTEGA; RUIZ, 2019; CAYRES; JÚNIOR; BARBOSA; CHRISTOFARO *et al.*, 2016). Um estudo realizado por MAXIMOVA; KUHLE; DAVIDSON; FUNG *et al.* (2013) com crianças dos 6 aos 11 anos identificou que ajustes pelo consumo de refrigerantes e a duração do sono não alteraram as diferenças nos fatores de RCV entre crianças com sobrepeso e obesidade, e indicou o excesso de peso como um fator de risco independente para a saúde cardiovascular na infância. Outros estudos também apontaram que o tempo gasto com comportamentos sedentários e o consumo de doces não são preditivos para os fatores de RCV (CHAPUT; SAUNDERS; MATHIEU; HENDERSON *et al.*, 2013; O'NEIL; FULGONI; NICKLAS, 2011; O'NEIL; NICKLAS; LIU; BERENSON, 2015). Na verdade, os fatores ambientais predisponentes para a obesidade podem ser bastante complexos, pois, o comportamento alimentar e os hábitos saudáveis podem ser influenciados por condições psicossociais, emocionais, socioeconômicas e culturais, que não foram avaliados nesta pesquisa (GONZALEZ-MUNIESA; MARTINEZ-GONZALEZ; HU; DESPRES *et al.*, 2017; HAM, 2017; PRETTY; O'LEARY; CAIRNEY; WADE, 2013; WEDEN; BROWNELL; RENDALL, 2012).

Compreender os principais determinantes para o desenvolvimento dos fatores de RCM, de maneira precoce nas crianças, parece ser importante na promoção de estratégias de intervenção/prevenção. Desse modo, foi desenvolvido um estudo com RNA para identificar os principais determinantes do excesso de peso. As redes neurais são técnicas não paramétricas de reconhecimento de padrões complexos ou não-lineares. A escolha da RNA foi baseada na sua capacidade de identificar padrões a partir das relações profundas entre as variáveis, com objetivo de obter informação úteis e implícitas a modelos lineares de previsão. Vários estudos na área da obesidade já têm demonstrado a precisão dos seus resultados quando comparados a modelos lineares de previsão, como a regressão logística (Liew, Lee *et al.*, 2007; Ergün, 2008; Heydari, Ayatollahi *et al.*, 2012).

De acordo com nossos resultados, a contribuição normalizada da IG foi de 100% e a do PN foi de 66,40%, sendo classificadas como variáveis críticas para a previsão do excesso de peso em crianças. A importância dos eventos iniciais no desenvolvimento de doenças, tornou-se amplamente reconhecida a partir das teorias

da origem desenvolvimentista da saúde e da doença - plasticidade fenotípica - (BATESON; BARKER; CLUTTON-BROCK; DEB *et al.*, 2004; WEST-EBERHARD, 2005). Essas teorias são constantemente associadas às repercussões da desnutrição materna no desenvolvimento de doenças, no entanto, os extremos da má nutrição, desnutrição e hipernutrição, é que refletem no baixo e no elevado peso ao nascer, aumentando o risco do desenvolvimento de sobrepeso infantil (CHEN; JIN; YANG; JIANG *et al.*, 2019; FORD; LONG, 2011; KIMANI-MURAGE; KAHN; PETTIFOR; TOLLMAN *et al.*, 2010). CASEY; BRADLEY; WHITESIDE-MANSELL; BARRETT *et al.* (2012) encontrou maior prevalência de obesidade dentre crianças que tiveram peso ao nascer entre 2001 e 2500g (BPN) e foram prematuras. KAPRAL; MILLER; SCHARF; GURKA *et al.* (2018) identificou aumento do risco de obesidade, em crianças prematuras ou a termo, que tiveram EPN. Na perspectiva da IG, foram encontrados poucos estudos que tenham avaliado de maneira isolada as repercussões da IG sobre o excesso de peso em crianças. Em concordância com os estudos apresentados, um estudo realizado com 227 pares de mãe e filho, identificou que as crianças nascidas de partos prematuros apresentam um maior risco de desenvolver obesidade na infância (PRINGLE; LEE; WEATHERALL; KEOGH *et al.*, 2019).

No presente estudo, a ingestão calórica diária apresentou importância de 83,90% e a ingestão alimentar diária apresentou importância de 57,2% para a determinação do excesso de peso. Entre as diversas consequências de uma alimentação não balanceada e pouco nutritiva, encontra-se o ganho excessivo de peso, que pode dar origem à obesidade (HUANG; QI, 2015). Um estudo com 71 crianças entre 4 e 6 anos, identificou que o consumo *ad libitum* de alimentos caloricamente densos e palatáveis está relacionado ao aumento da adiposidade (FEARNBACH; THIVEL; MEYERMANN; KELLER, 2015). Além disso, algumas crianças exibiram uma tendência a comer excessivamente na presença de uma variedade de alimentos altamente palatáveis, onde, esse padrão de alimentação também foi associado a níveis mais altos de gordura corporal (FEARNBACH; THIVEL; MEYERMANN; KELLER, 2015). Alimentos palatáveis e caloricamente densos contêm excesso de açúcar, gordura e calorias e ativam os sistemas de recompensa no sistema nervoso central, levando ao comportamento hiperfágico observado (CERIT; CHRISTENSEN; MOONDRA; KLIBANSKI *et al.*, 2019; PIVARUNAS; CONNER, 2015). Além dos mecanismos fisiológicos associados, a acessibilidade desses

alimentos no ambiente escolar, o baixo preço de comercialização e a influência familiar sobre o consumo desses alimentos, podem estar associados a elevada ingestão calórica na população infantil (FAO/PAHO., 2016).

Nosso estudo demonstrou que o vínculo entre pais e filhos determina em 52,7% o desenvolvimento de sobrepeso e obesidade, pois, os pais atuam como principais agentes de socialização, refletindo nos comportamentos associados à saúde e ao status de peso dos filhos (WANG; MIN; KHURI; LI, 2017). No entanto, variações no contexto socioambiental podem atuar de formas distintas na instalação do quadro de excesso de peso (LEE, 2019). O indicador do contexto familiar de maior importância em nosso estudo foi o número de moradores do domicílio (65,20%), ou seja, o maior quantitativo de pessoas em uma residência repercute na redução do consumo alimentar per capita. Para esta variável, observamos que os domicílios habitados por 6 pessoas ou mais apresentaram maior prevalência de criança eutróficas do que com excesso de peso (19,6% e 5%, respectivamente). Corroborando com nossos achados, GONZALEZ-CASANOVA; SARMIENTO; PRATT; GAZMARARIAN *et al.* (2014) identificou que a probabilidade de excesso de peso associou-se inversamente ao tamanho da família (em número de membros). Já, filhos de mães desempregas e/ou donas de casa apresentaram maiores prevalências de sobrepeso e obesidade (GNAVI; SPAGNOLI; GALOTTO; PUGLIESE *et al.*, 2000; KEINO; PLASQUI; ETTYANG; VAN DEN BORNE, 2014). De acordo com a OMS, vivenciar uma situação de insegurança alimentar elevada, reduz a probabilidade de excesso de peso, enquanto, situações de segurança alimentar moderada, aumentam a probabilidade de excesso de peso (FAO; WFP; UNICEF, 2019). O aumento nos casos de sobrepeso e obesidade, em comunidades carentes, também está associada a uma situação de insegurança alimentar moderada, pois, a falta de renda promove de desajustes da alimentação em termos de qualidade, quantidade e diversidade (FAO; WFP; UNICEF, 2019).

Variações no nível socioeconômico da população podem influenciar o sobrepeso e obesidade por várias vias, como déficit estatural (59,6%), raça (47,6%), tempo de TV (34,9%) e nível de atividade física (2,6%). O déficit estatural nas crianças, pode ser reflexo de situações de pobreza vivenciadas ao longo da vida e, também, pode estar associado ao aumento de risco de sobrepeso na vida adulta (ISONG; RAO; BIND; AVENDANO *et al.*, 2018; UAUY; KAIN; CORVALAN, 2011). Suposições de que raça reflète apenas distinções biológicas são imprecisas, logo, as maiores

prevalências de obesidade nas populações não brancas podem estar inseridas em um complexo contexto envolvendo genética, fisiologia, cultura e nível socioeconômico (GUERRERO; MAO; FULLER; BRIDGES *et al.*, 2016; JONES-SMITH; DIECKMANN; GOTTLIEB; CHOW *et al.*, 2014; SKINNER; PERRIN; SKELTON, 2016). Escolares pertencentes as famílias de classe econômicas mais privilegiadas tiveram duas vezes mais chances de apresentarem sobrepeso, quando comparados com escolares de classes econômicas mais baixas (GUEDES; MIRANDA NETO; ALMEIDA; SILVA, 2010). Essa diferença pode estar associada ao deslocamento passivo a escola e a posse de televisão, computadores e vídeo games, que contrastam com as condições sociais de populações mais pobres (GUEDES; MIRANDA NETO; ALMEIDA; SILVA, 2010). No entanto, a prática de atividade física em populações carentes, também pode ficar comprometida devido a falta de aulas educação física nas escolas, de ambiente urbanos mal projetados para o lazer e da insegurança/violência nos locais onde as pessoas vivem (GONZALEZ-CASANOVA; SARMIENTO; PRATT; GAZMARARIAN *et al.*, 2014). O baixa influência do tempo de TV e principalmente do NAF, encontradas no presente estudo, podem ser atribuídas a variabilidades no contexto socioeconômico da população, independente do estado nutricional das crianças (BOWERS; FRANCIS; KRASCHNEWSKI, 2018)

## 7.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O estudo apresentou as seguintes limitações: Artigo 1 - (a) estudo transversal: avaliação pontual sobre as características da população e não permite estabelecer uma relação de causalidade; (b) amostra: processo de adesão espontânea e se tratando de uma pesquisa sobre saúde, nutrição e variáveis cardiometabólicas, um viés de auto-seleção da amostra. Comum aos dois artigos - (d) questionário 24h: conta com um viés de memória e pode não refletir o hábito alimentar do indivíduo, além do subregistro e da variabilidade da dieta de um, dois ou três dias. Afim de minimizar essa limitação, o valor final da análise dos alimento foi resultante da média de três R24h; (e) questionário para o NAF: pela dificuldade das crianças de recordar e quantificar as suas atividades quotidianas/semanais, contudo, o questionário usado tem mostrado confiabilidade para crianças da faixa etária do estudo (BERVOETS; VAN NOTEN; VAN ROOSBROECK; HANSEN *et al.*, 2014); (f) falta de informação dos dados do nascimento das crianças e a recusa a realizar os exames de sangue, por

parte de alguns pais, fizeram com que os dados do nascimento tenham sido coletadas em 98,7% dos casos estimados no cálculo amostral (N amostral do artigo 2) e o perfil metabólico tenham sido coletadas em 89,4% dos casos estimados no cálculo amostral; (g) tempo de tela não foi avaliado em associação ao tempo de TV.

## 7.2 PONTOS FORTES DO ESTUDO

Apesar dessas limitações, este estudo apresentou pontos fortes: (1) apresentou dados importantes e consistentes sobre o excesso de peso em uma população que vivencia o período de transição nutricional importante; (2) utilizou métodos consistentes e realizou controle de qualidade da coleta dos dados na avaliação; (3) informações relevantes sobre os perfis de RCM e sua relação com sobrepeso e/ou obesidade, e os fatores de risco associados; (4) foi utilizado o método *multiple-pass* na avaliação do R24h, esse método visa auxiliar as crianças a recordarem os alimentos consumidos no dia anterior, tornando mais fidedigna a avaliação do consumo alimentar. Além disso, a partir dos resultados do R24h relatados, um QFA está sendo desenvolvido e validado para a população de crianças residente do interior do estado de Pernambuco; (5) utilização de um modelo de rede neural artificial foi eficiente na identificação dos fatores de risco, modificáveis e não modificáveis para o excesso de peso em crianças dos 7 . 9 anos.

## 8 Considerações Finais

Diante da grande diversidade socioeconômica, demográfica e cultural no Brasil, entender as causas da obesidade, seus mecanismos e o ambiente em que se desenvolve, é a melhor forma de combater as doenças cardiometabólicas e os seus fatores de risco de maneira precoce nas crianças. De modo geral, as crianças com obesidade no presente estudo, apresentaram risco aumentado para doenças cardiometabólicas, além de apresentaram consumo aumentado de carboidratos e sódio. Após o ajuste das variáveis pela composição corporal, consumo alimentar, indicadores do sedentarismo e pelos dados ao nascimento, a influência da composição corporal, sobre as variáveis cardiometabólicas, torna evidente que a obesidade é um fator de risco independente para as doenças cardiometabólicas.

Tendo em vista a importância da adiposidade sobre os fatores de risco cardiometabólicos, análises complementares e mais robustas foram realizadas, a fim de identificar os principais determinantes do excesso de peso. Logo, realizamos o segundo estudo com a finalidade de identificar os principais determinantes do excesso de peso, utilizando uma modelagem computacional com um poder de processamento mais robusto sobre os dados, a RNA. Nesse modelo, a idade gestacional, o consumo alimentar e o peso ao nascer foram classificados como os principais determinantes para o excesso de peso. Além disso, contextos familiares atrelados a fatores socioeconômicos como, o número de moradores do domicílio, o déficit estatural e o vínculo entre pais e filhos tiveram grande impacto na predição do excesso de peso a partir da RNA.

O rastreamento do sobrepeso, da obesidade e dos fatores de RCV para a vida adulta, apresentados nesse estudo, sugerem que o controle do ganho excessivo de peso na infância provavelmente trará benefícios a longo prazo. Sendo assim, deve-se levar em consideração que os fatores de risco modificáveis, como um consumo alimentar inadequado, podem ser evitados ao longo da vida. Ademais, o combate ao excesso de sobrepeso e obesidade também devem ser realizados sob uma perspectiva social e preventiva durante os períodos críticos de desenvolvimento, como gestação, lactação e primeira infância, constituindo uma estratégia mais eficaz para combater a obesidade e suas complicações na infância e seus efeitos a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ALHEIROS-LIRA, M. C.; JUREMA-SANTOS, G. C.; DA-SILVA, H. T.; DA-SILVA, A. C. *et al.* Effects of high-fat diet on somatic growth, metabolic parameters and function of peritoneal macrophages of young rats submitted to a maternal low-protein diet. **Br J Nutr**, 117, n. 6, p. 796-803, Mar 2017.

ALI, O.; CERJAK, D.; KENT, J. W.; JAMES, R. *et al.* Obesity, central adiposity and cardiometabolic risk factors in children and adolescents: a family-based study. **Pediatr Obes**, 9, n. 3, p. e58-e62, Jun 2014.

ALMEIDA, M. M.; DIAS-ROCHA, C. P.; SOUZA, A. S.; MUROS, M. F. *et al.* Perinatal maternal high-fat diet induces early obesity and sex-specific alterations of the endocannabinoid system in white and brown adipose tissue of weanling rat offspring. **Br J Nutr**, 118, n. 10, p. 788-803, Nov 2017.

AMORIM, T.; KNUTH, A.; CRUZ, D.; MALTA, D. *et al.* Descrição dos programas municipais de promoção da atividade física financiados pelo Ministério da Saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, 18, n. 1, p. 63-74, 2013.

ARBIB, M. A. **The handbook of brain theory and neural networks**. MIT press, 2003. 0262011972.

AROS, L. J. L.; GERMANO-SOARES, A. H.; SILVA, C. R. d. M.; SILVA, A. O. d. *et al.* Trends in television and computer/videogame use and total screen time in high school students from Caruaru city, Pernambuco, Brazil: A repeated panel study between 2007 and 2012. **Motriz: Revista de Educação Física**, 23, 2017.

ASSUNCAO, S. N. F.; BOA SORTE, N. C. A.; ALVES, C. A. D.; MENDES, P. S. A. *et al.* Glucose alteration and insulin resistance in asymptomatic obese children and adolescents. **J Pediatr (Rio J)**, 94, n. 3, p. 268-272, May - Jun 2018.

BANKOFF, A.; MOUTINHO, E. Obesidade infantil e avaliação em pré-escolares. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, 23, n. 3, p. 105-120, 2002.

BARRETO NETO, A. C.; ANDRADE, M. I. S.; LIMA, V. L. d. M.; DINIZ, A. d. S. Body weight and food consumption scores in adolescents from northeast Brazil. **Revista Paulista de Pediatria**, 33, n. 3, p. 318-325, 2015.

BARRETO-NETO, A. C.; DE ANDRADE, M. I. S.; DE MENEZES LIMA, V. L.; DA SILVA DINIZ, A. Body weight and food consumption scores in adolescents from northeast Brazil. **Revista Paulista de Pediatria (English Edition)**, 33, n. 3, p. 318-325, 2015.

BARUFALDI, L. A.; ABREU, G. d. A.; VEIGA, G. V. d.; SICHIERI, R. *et al.* Programa para registro de recordatório alimentar de 24 horas: aplicação no Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 19, p. 464-468, 2016.

BATESON, P.; BARKER, D.; CLUTTON-BROCK, T.; DEB, D. *et al.* Developmental plasticity and human health. **Nature**, 430, n. 6998, p. 419-421, Jul 22 2004.

BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de saúde pública**, 19, p. S181-S191, 2003.

BEHESHTI, R.; JALALPOUR, M.; GLASS, T. A. Comparing methods of targeting obesity interventions in populations: An agent-based simulation. **SSM-population health**, 3, p. 211-218, 2017.

BELL, C. S.; SAMUEL, J. P.; SAMUELS, J. A. Prevalence of Hypertension in Children. **Hypertension**, 73, n. 1, p. 148-152, Jan 2019.

BERENSON, G. S.; SRINIVASAN, S. R.; BAO, W.; NEWMAN, W. P., 3rd *et al.* Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. **N Engl J Med**, 338, n. 23, p. 1650-1656, Jun 4 1998.

BERVOETS, L.; VAN NOTEN, C.; VAN ROOSBROECK, S.; HANSEN, D. *et al.* Reliability and Validity of the Dutch Physical Activity Questionnaires for Children (PAQ-C) and Adolescents (PAQ-A). **Archives of Public Health**, 72, n. 1, p. 47, 2014/12/24 2014.

BIDECI, A.; CINAZ, P.; HASANOGLU, A.; ELBEG, S. Serum levels of insulin-like growth factor-I and insulin-like growth factor binding protein-3 in obese children. : De Gruyter 1997.

BIGLARIAN, A.; HAJIZADEH, E.; KAZEMNEJAD, A.; ZAYERI, F. Determining of prognostic factors in gastric cancer patients using artificial neural networks. **Asian Pac J Cancer Prev**, 11, n. 2, p. 533-536, 2010.

BLACK, J.; BENKE, G.; SMITH, K.; FRITSCHI, L. Artificial neural networks and job-specific modules to assess occupational exposure. **Ann Occup Hyg**, 48, n. 7, p. 595-600, Oct 2004.

BLOCK, G.; HARTMAN, A. M.; DRESSER, C. M.; CARROLL, M. D. *et al.* A data-based approach to diet questionnaire design and testing. **American journal of epidemiology**, 124, n. 3, p. 453-469, 1986.

BONAFINI, S.; GIONTELLA, A.; TAGETTI, A.; MONTAGNANA, M. *et al.* Markers of subclinical vascular damages associate with indices of adiposity and blood pressure in obese children. **Hypertens Res**, 42, n. 3, p. 400-410, Mar 2019.

BORZOU EI, S.; SOLTANIAN, A. R. Application of an artificial neural network model for diagnosing type 2 diabetes mellitus and determining the relative importance of risk factors. **Epidemiol Health**, 40, p. e2018007, 2018.

BOUCHARD, C. The biological predisposition to obesity: beyond the thrifty genotype scenario. **Int J Obes (Lond)**, 31, n. 9, p. 1337-1339, Sep 2007.

BOWERS, K. S.; FRANCIS, E.; KRASCHNEWSKI, J. L. The dual burden of malnutrition in the United States and the role of non-profit organizations. **Preventive medicine reports**, 12, p. 294-297, 2018.

BRASIL. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013. 22, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2017: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. : Ministério da Saúde Brasília 2018.

BRASIL. Guia alimentar para a população brasileira: Ministério da Saúde Brasília **Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica.**, 2ed., 2014.

CANELLA, D. S.; LEVY, R. B.; MARTINS, A. P.; CLARO, R. M. *et al.* Ultra-processed food products and obesity in Brazilian households (2008-2009). **PLoS One**, 9, n. 3, p. e92752, 2014.

CARMONA-MONTESINOS, E.; RUIZ-FRAGOSO, Z.; PONCE-HINOJOSA, G.; RIVAS-ARANCIBIA, S. Changes in C-Reactive Protein and Biochemical Profile in Preschool Children with Obesity. **Nutr Hosp**, 32, n. 4, p. 1548-1553, Oct 1 2015.

CASEY, P. H.; BRADLEY, R. H.; WHITESIDE-MANSELL, L.; BARRETT, K. *et al.* Evolution of obesity in a low birth weight cohort. **J Perinatol**, 32, n. 2, p. 91-96, Feb 2012.

CASTRO-PIÑERO, J.; ORTEGA, F. B.; RUIZ, J. R., 2019, **Adiposity and Cardiovascular Risk in Children and Adolescents: Implications of the Amount of Fat Carried and Where.** Elsevier. 1928-1930.

CAYRES, S. U.; JÚNIOR, I. F.; BARBOSA, M. F.; CHRISTOFARO, D. G. *et al.* Breakfast frequency, adiposity, and cardiovascular risk factors as markers in adolescents. **Cardiology in the Young**, 26, n. 2, p. 244-249, 2016.

CERIT, H.; CHRISTENSEN, K.; MOONDRA, P.; KLIBANSKI, A. *et al.* Divergent associations between ghrelin and neural responsivity to palatable food in hyperphagic and hypophagic depression. **J Affect Disord**, 242, p. 29-38, Jan 1 2019.

CHAPUT, J. P.; SAUNDERS, T. J.; MATHIEU, M. E.; HENDERSON, M. *et al.* Combined associations between moderate to vigorous physical activity and sedentary behaviour with cardiometabolic risk factors in children. **Appl Physiol Nutr Metab**, 38, n. 5, p. 477-483, May 2013.

CHEN, C.; JIN, Z.; YANG, Y.; JIANG, F. *et al.* Association of low birth weight with thinness and severe obesity in children aged 3-12 years: a large-scale population-based cross-sectional study in Shanghai, China. **BMJ Open**, 9, n. 5, p. e028738, May 30 2019.

CHEN, X.; WANG, Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. **Circulation**, 117, n. 25, p. 3171, 2008.

COLUCCI, A. C. A.; SLATER, B.; PHILIPPI, S. T. ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DE UM QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA ALIMENTAR STEPS FOR DEVELOPING A FOOD FREQUENCY QUESTIONNAIRE. **Revista de Atenção à Saúde (antiga Rev. Bras. Ciên. Saúde)**, 3, n. 6, 2010.

CONWAY, J. M.; INGWERSEN, L. A.; MOSHFEGH, A. J. Accuracy of dietary recall using the USDA five-step multiple-pass method in men: an observational validation study. **Journal of the American Dietetic Association**, 104, n. 4, p. 595-603, 2004.

CORREIA-COSTA, L.; COSME, D.; NOGUEIRA-SILVA, L.; MORATO, M. *et al.* Gender and obesity modify the impact of salt intake on blood pressure in children. **Pediatr Nephrol**, 31, n. 2, p. 279-288, Feb 2016.

CYBENKO, G. Approximation by superpositions of a sigmoidal function. **Mathematics of control, signals and systems**, 2, n. 4, p. 303-314, 1989.

DIAS PITANGUEIRA, J. C.; RODRIGUES SILVA, L.; PORTELA DE SANTANA, M. L.; MONTEIRO DA SILVA MDA, C. *et al.* Metabolic syndrome and associated factors in children and adolescents of a Brazilian municipality. **Nutr Hosp**, 29, n. 4, p. 865-872, Apr 1 2014.

DOAK, C. M.; ADAIR, L. S.; BENTLEY, M.; MONTEIRO, C. *et al.* The dual burden household and the nutrition transition paradox. **Int J Obes**, 29, n. 1, p. 129-136, 2005. Comparative Study  
Research Support, U S Gov't, P H S.

DOS SANTOS, F. K.; MAIA, J. A.; GOMES, T. N.; DACA, T. *et al.* Secular trends in growth and nutritional status of Mozambican school-aged children and adolescents. **PLoS One**, 9, n. 12, p. e114068, 2014.

ELLIS, K. J.; SHYPAILO, R. J.; WONG, W. W.; ABRAMS, S. A. Bone mineral mass in overweight and obese children: diminished or enhanced? **Acta Diabetol**, 40 Suppl 1, p. S274-277, Oct 2003.

ERIKSSON, J. G.; FORSEN, T.; TUOMILEHTO, J.; WINTER, P. D. *et al.* Catch-up growth in childhood and death from coronary heart disease: longitudinal study. **BMJ**, 318, n. 7181, p. 427-431, Feb 13 1999.

ESTATÍSTICA, I. B. D. G. E. Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE): 2015. **IBGE**, Rio de Janeiro, 2016.

FALKNER, B.; DANIELS, S. R.; FLYNN, J. T.; GIDDING, S. *et al.* The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. **Pediatrics**, 114, n. 2 III, p. 555-576, 2004.

FALKNER, B.; LURBE, E.; SCHAEFER, F. High blood pressure in children: clinical and health policy implications. **J Clin Hypertens (Greenwich)**, 12, n. 4, p. 261-276, Apr 2010.

FAO, I.; UNICEF. WFP and WHO (2017) The State of Food Security and Nutrition in the World 2017: Building Resilience for Peace and Food Security. : Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2018.

FAO, I.; WFP, W.; UNICEF. The state of food security and nutrition in the world 2019: safeguarding against economic slowdowns and downturns. 2019.

FAO/PAHO. Panorama of food and nutrition security in Latin America and the Caribbean: healthy food systems to end hunger and malnutrition. <http://www.fao.org/3/a-i6977e.pdf>. Accessed on 12 Mar 2019., 2016.

FARDET, A.; MÉJEAN, C.; LABOURÉ, H.; ANDREEVA, V. A. *et al.* The degree of processing of foods which are most widely consumed by the French elderly population is associated with satiety and glycemic potentials and nutrient profiles. **Food & function**, 8, n. 2, p. 651-658, 2017.

FEARNBACH, S. N.; THIVEL, D.; MEYERMANN, K.; KELLER, K. L. Intake at a single, palatable buffet test meal is associated with total body fat and regional fat distribution in children. **Appetite**, 92, p. 233-239, Sep 2015.

FLYNN, J. The changing face of pediatric hypertension in the era of the childhood obesity epidemic. **Pediatr Nephrol**, 28, n. 7, p. 1059-1066, Jul 2013.

FORD, S. P.; LONG, N. M. Evidence for similar changes in offspring phenotype following either maternal undernutrition or overnutrition: potential impact on fetal epigenetic mechanisms. **Reprod Fertil Dev**, 24, n. 1, p. 105-111, 2011.

FRADKIN, C.; VALENTINI, N. C.; NOBRE, G. C.; DOS SANTOS, J. O. L. Obesity and Overweight Among Brazilian Early Adolescents: Variability Across Region, Socioeconomic Status, and Gender. **Front Pediatr**, 6, p. 81, 2018.

FREEDMAN, D. S.; WANG, J.; MAYNARD, L. M.; THORNTON, J. C. *et al.* Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. **International journal of obesity**, 29, n. 1, p. 1, 2005.

FRYSTYK, J.; VESTBO, E.; SKJAERBAEK, C.; MOGENSEN, C. *et al.* Free insulin-like growth factors in human obesity. **Metabolism**, 44, p. 37-44, 1995.

GARTNER, A.; EL ATI, J.; TRAISSAC, P.; BOUR, A. *et al.* A double burden of overall or central adiposity and anemia or iron deficiency is prevalent but with little socioeconomic patterning among Moroccan and Tunisian urban women. **J Nutr**, 144, n. 1, p. 87-97, Jan 2014.

GIUGLIANO, R.; MELO, A. L. P. Diagnóstico de sobrepeso e obesidade em escolares: utilização do índice de massa corporal segundo padrão internacional. **Jornal de Pediatria**, 80, p. 129-134, 2004.

GNAVI, R.; SPAGNOLI, T. D.; GALOTTO, C.; PUGLIESE, E. *et al.* Socioeconomic status, overweight and obesity in prepuberal children: a study in an area of Northern Italy. **Eur J Epidemiol**, 16, n. 9, p. 797-803, 2000.

GONZALEZ-CASANOVA, I.; SARMIENTO, O. L.; PRATT, M.; GAZMARARIAN, J. A. *et al.* Individual, family, and community predictors of overweight and obesity among colombian children and adolescents. **Prev Chronic Dis**, 11, p. E134, Aug 7 2014.

GONZALEZ-MUNIESA, P.; MARTINEZ-GONZALEZ, M. A.; HU, F. B.; DESPRES, J. P. *et al.* Obesity. **Nat Rev Dis Primers**, 3, p. 17034, Jun 15 2017.

GUEDES, D. P.; MIRANDA NETO, J. T.; ALMEIDA, M. J.; SILVA, A. J. R. M. e. Impacto de fatores sociodemográficos e comportamentais na prevalência de sobrepeso e obesidade de escolares. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 12, p. 221-231, 2010.

GUERRA, P. H.; DE FARIAS JÚNIOR, J. C.; FLORINDO, A. A. Comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**, 50, p. 9-9, 2016.

GUERRERO, A. D.; MAO, C.; FULLER, B.; BRIDGES, M. *et al.* Racial and Ethnic Disparities in Early Childhood Obesity: Growth Trajectories in Body Mass Index. **J Racial Ethn Health Disparities**, 3, n. 1, p. 129-137, Mar 2016.

GUGLIELMI, V.; SBRACCIA, P. Obesity phenotypes: depot-differences in adipose tissue and their clinical implications. **Eat Weight Disord**, 23, n. 1, p. 3-14, Feb 2018.

HAGMAN, E.; HECHT, L.; MARKO, L.; AZMANOV, H. *et al.* Predictors of responses to clinic-based childhood obesity care. **Pediatr Diabetes**, Sep 17 2018.

HAM, O. K. Socioeconomic and Behavioral Characteristics Associated With Metabolic Syndrome Among Overweight/Obese School-age Children. **J Cardiovasc Nurs**, 32, n. 1, p. 30-38, Jan/Feb 2017.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data mining: concepts and techniques: concepts and techniques**. Elsevier, 2011. 0123814804.

HAROUN, D.; WELLS, J. C.; WILLIAMS, J. E.; FULLER, N. J. *et al.* Composition of the fat-free mass in obese and nonobese children: matched case-control analyses. **Int J Obes (Lond)**, 29, n. 1, p. 29-36, Jan 2005.

HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. Bookman Editora, 2007. 8577800865.

HE, Q.; KARLBERG, J. Bmi in childhood and its association with height gain, timing of puberty, and final height. **Pediatr Res**, 49, n. 2, p. 244-251, Feb 2001.

HERTZ, J.; KROGH, A.; PALMER, R. G.; HORNER, H. Introduction to the Theory of Neural Computation. **Physics Today**, 44, n. 12, p. 70-70, 2008.

HOFFMAN, D. J.; MARTINS, P. A.; ROBERTS, S. B.; SAWAYA, A. L. Body fat distribution in stunted compared with normal-height children from the shantytowns of Sao Paulo, Brazil. **Nutrition**, 23, n. 9, p. 640-646, Sep 2007.

HUANG, J. Y.; QI, S. J. Childhood obesity and food intake. **World J Pediatr**, 11, n. 2, p. 101-107, May 2015.

IBGE. Densidade demográfica: IBGE, Censo Demográfico 2010, Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 2011.

IDEB. Anos iniciais do ensino fundamental (Rede pública): Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional. 2017.

IRIART, C.; BOURSAW, B.; RODRIGUES, G. P.; HANDAL, A. J. Obesity and malnutrition among Hispanic children in the United States: double burden on health inequities. **Rev Panam Salud Publica**, 34, n. 4, p. 235-243, Oct 2013.

ISONG, I. A.; RAO, S. R.; BIND, M. A.; AVENDANO, M. *et al.* Racial and Ethnic Disparities in Early Childhood Obesity. **Pediatrics**, 141, n. 1, Jan 2018.

ISSA, J. S.; STRUNZ, C.; GIANNINI, S. D.; FORTI, N. *et al.* Precisão e exatidão das dosagens dos lípides sanguíneos em equipamento portátil (Cholestech-LDX). **Arq Bras Cardiol**, 66, n. 6, p. 339-342, 1996.

JAACKS, L. M.; VANDEVIJVERE, S.; PAN, A.; MCGOWAN, C. J. *et al.* The obesity transition: stages of the global epidemic. **Lancet Diabetes Endocrinol**, 7, n. 3, p. 231-240, Mar 2019.

JENSEN, B.; BRAUN, W.; GEISLER, C.; BOTH, M. *et al.* Limitations of Fat-Free Mass for the Assessment of Muscle Mass in Obesity. **Obes Facts**, 12, n. 3, p. 307-315, 2019.

JING, L.; BINKLEY, C. M.; SUEVER, J. D.; UMASANKAR, N. *et al.* Cardiac remodeling and dysfunction in childhood obesity: a cardiovascular magnetic resonance study. **J Cardiovasc Magn Reson**, 18, n. 1, p. 28, May 11 2016.

JONES-SMITH, J. C.; DIECKMANN, M. G.; GOTTLIEB, L.; CHOW, J. *et al.* Socioeconomic status and trajectory of overweight from birth to mid-childhood: the Early Childhood Longitudinal Study-Birth Cohort. **PLoS One**, 9, n. 6, p. e100181, 2014.

JORNAYVAZ, F. R.; VOLLENWEIDER, P.; BOCHUD, M.; MOOSER, V. *et al.* Low birth weight leads to obesity, diabetes and increased leptin levels in adults: the CoLaus study. **Cardiovasc Diabetol**, 15, p. 73, 2016.

JUUL, F.; HEMMINGSSON, E. Trends in consumption of ultra-processed foods and obesity in Sweden between 1960 and 2010. **Public health nutrition**, 18, n. 17, p. 3096-3107, 2015.

KAPRAL, N.; MILLER, S. E.; SCHARF, R. J.; GURKA, M. J. *et al.* Associations between birthweight and overweight and obesity in school-age children. **Pediatr Obes**, 13, n. 6, p. 333-341, Jun 2018.

KAUSHIK, J. S.; NARANG, M.; PARAKH, A. Fast food consumption in children. **Indian pediatrics**, 48, n. 2, p. 97, 2011.

KEINO, S.; PLASQUI, G.; ETTYANG, G.; VAN DEN BORNE, B. Determinants of stunting and overweight among young children and adolescents in sub-Saharan Africa. **Food Nutr Bull**, 35, n. 2, p. 167-178, Jun 2014.

KELLY, R. K.; MAGNUSSEN, C. G.; SABIN, M. A.; CHEUNG, M. *et al.* Development of hypertension in overweight adolescents: a review. **Adolesc Health Med Ther**, 6, p. 171-187, 2015.

KHAODHIAR, L.; MCCOWEN, K. C.; BLACKBURN, G. L. Obesity and its comorbid conditions. **Clin Cornerstone**, 2, n. 3, p. 17-31, 1999.

KIMANI-MURAGE, E. W. Exploring the paradox: double burden of malnutrition in rural South Africa. **Glob Health Action**, 6, p. 19249, 2013. Research Support, Non-U.S. Gov't.

KIMANI-MURAGE, E. W.; KAHN, K.; PETTIFOR, J. M.; TOLLMAN, S. M. *et al.* The prevalence of stunting, overweight and obesity, and metabolic disease risk in rural South African children. **BMC Public Health**, 10, p. 158, Mar 25 2010.

KLOP, B.; ELTE, J. W.; CABEZAS, M. C. Dyslipidemia in obesity: mechanisms and potential targets. **Nutrients**, 5, n. 4, p. 1218-1240, Apr 12 2013.

KNOP, M. R.; GENG, T. T.; GORNY, A. W.; DING, R. *et al.* Birth weight and risk of type 2 diabetes Mellitus, cardiovascular disease, and hypertension in adults: a meta-analysis of 7 646 267 participants from 135 studies. **Journal of the American Heart Association**, 7, n. 23, p. e008870, 2018.

KOPEC, G.; SHEKHAWAT, P. S.; MHANNA, M. J. Prevalence of diabetes and obesity in association with prematurity and growth restriction. **Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy**, 10, p. 285, 2017.

KORHANI KANGI, A.; BAHRAMPOUR, A. Predicting the Survival of Gastric Cancer Patients Using Artificial and Bayesian Neural Networks. **Asian Pac J Cancer Prev**, 19, n. 2, p. 487-490, 2018.

KOWALSKI, K. C.; CROCKER, P. R.; DONEN, R. M. The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual. **College of Kinesiology, University of Saskatchewan**, 87, n. 1, p. 1-38, 2004.

KOYANAGI, A.; ZHANG, J.; DAGVADORJ, A.; HIRAYAMA, F. *et al.* Macrosomia in 23 developing countries: an analysis of a multicountry, facility-based, cross-sectional survey. **The Lancet**, 381, n. 9865, p. 476-483, 2013.

KRAAK, V. I.; STORY, M. Influence of food companies' brand mascots and entertainment companies' cartoon media characters on children's diet and health: a systematic review and research needs. **Obes Rev**, 16, n. 2, p. 107-126, Feb 2015.

KUMAR, S.; KELLY, A. S. Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. **Mayo Clin Proc**, 92, n. 2, p. 251-265, Feb 2017.

LE NGUYEN, B. K.; LE THI, H.; NGUYEN DO, V. A.; TRAN THUY, N. *et al.* Double burden of undernutrition and overnutrition in Vietnam in 2011: results of the SEANUTS study in 0.5-11-year-old children. **Br J Nutr**, 110 Suppl 3, p. S45-56, Sep 2013.

LEE, A. C., M.; Donahoo, WT. Social and Environmental Factors Influencing Obesity. In: **Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, et al., editors. Endotext [Internet]**. 2019.

LIFSHITZ, F. Obesity in children. **J Clin Res Pediatr Endocrinol**, 1, n. 2, p. 53-60, 2008.

LIRA, L.; ARAÚJO, C.; OLIVEIRA, L.; CESIANA, M. *et al.* A hiperalimentação na lactação: efeitos no desenvolvimento somático e sensorio-motor em ratos. **Neurobiologia**, 77, p. 3-4, 2014.

LIVINGSTONE, M.; ROBSON, P. Measurement of dietary intake in children. **Proceedings of the Nutrition Society**, 59, n. 2, p. 279-293, 2000.

LOHMAN, T. G.; GOING, S. B. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. **Food and Nutrition bulletin**, 27, n. 4\_suppl5, p. S314-S325, 2006.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Human kinetics books, 1988. 0873221214.

LOHMANN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Human Kinetics Books, Champaign, Ill., 1988. 9780873221214.

LONGO-SILVA, G.; SILVEIRA, J. A. C.; DE MENEZES, R. C. E.; DE AGUIAR TOLONI, M. H. Age at introduction of ultra-processed food among preschool children attending day-care centers. **Jornal de Pediatria (Versão em Português)**, 93, n. 5, p. 508-516, 2017.

LUSSANA, F.; PAINTER, R. C.; OCKE, M. C.; BULLER, H. R. *et al.* Prenatal exposure to the Dutch famine is associated with a preference for fatty foods and a more atherogenic lipid profile. **Am J Clin Nutr**, 88, n. 6, p. 1648-1652, Dec 2008.

MALACHIAS, M. V. B.; SOUZA, W.; PLAVNIK, F.; RODRIGUES, C. *et al.* 7ª Diretriz brasileira de hipertensão arterial. **Arq Bras Cardiol**, 107, n. 3, p. 1-103, 2016.

MARIA AIELLO, A.; MARQUES DE MELLO, L.; SOUZA NUNES, M.; SOARES DA SILVA, A. *et al.* Prevalence of obesity in children and adolescents in Brazil: a meta-

analysis of cross-sectional studies. **Current pediatric reviews**, 11, n. 1, p. 36-42, 2015.

MARSEGLIA, L.; MANTI, S.; D'ANGELO, G.; CUPPARI, C. *et al.* Obesity and breastfeeding: The strength of association. **Women Birth**, 28, n. 2, p. 81-86, Jun 2015.

MARTINEZ GARCIA, R. M.; JIMENEZ ORTEGA, A. I.; GONZALEZ TORRES, H.; ORTEGA, R. M. Prevention of obesity from perinatal stage. **Nutr Hosp**, 34, n. Suppl 4, p. 53-57, Oct 15 2017.

MARTINS, A. P. B.; LEVY, R. B.; CLARO, R. M.; MOUBARAC, J. C. *et al.* Participação crescente de produtos ultraprocessados na dieta brasileira (1987-2009). **Revista de Saúde Pública**, 47, p. 656-665, 2013.

MAXIMOVA, K.; KUHLE, S.; DAVIDSON, Z.; FUNG, C. *et al.* Cardiovascular risk-factor profiles of normal and overweight children and adolescents: insights from the Canadian Health Measures Survey. **Can J Cardiol**, 29, n. 8, p. 976-982, Aug 2013.

MBUAGBAW, L.; GOFIN, R. Can recall of birth size be used as a measure of birthweight in Cameroon? **Paediatric and perinatal epidemiology**, 24, n. 4, p. 383-389, 2010.

MELDRUM, D. R.; MORRIS, M. A.; GAMBONE, J. C. Obesity pandemic: causes, consequences, and solutions-but do we have the will? **Fertil Steril**, 107, n. 4, p. 833-839, Apr 2017.

MEREDITH-JONES, K.; WILLIAMS, S.; TAYLOR, R. Bioelectrical impedance as a measure of change in body composition in young children. **Pediatric obesity**, 10, n. 4, p. 252-259, 2015.

MICHAELSEN, K. F.; WEAVER, L.; BRANCA, F.; ROBERTSON, A. Feeding and nutrition of infants and young children. **WHO regional publications, European Series**, 87, p. 288, 2000.

MONTEIRO, C. A.; LEVY, R. B.; CLARO, R. M.; CASTRO, I. R. R. d. *et al.* A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. **Cadernos de saude publica**, 26, p. 2039-2049, 2010.

MONTEIRO, C. A.; MOUBARAC, J. C.; CANNON, G.; NG, S. W. *et al.* Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. **Obes Rev**, 14 Suppl 2, p. 21-28, Nov 2013.

NEHUS, E.; MITSNEFES, M. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. **Pediatric Clinics**, 66, n. 1, p. 31-43, 2019.

NEHUS, E.; MITSNEFES, M. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. **Pediatr Clin North Am**, 66, n. 1, p. 31-43, Feb 2019.

NORONHA, G. A. d.; KALE, P. L.; TORRES, T. Z. G. d.; COSTA, A. J. L. *et al.* Validade da informação sobre o peso ao nascer para estudos fundamentados na programação fetal. **Cadernos de Saúde Pública**, 33, p. e00051816, 2017.

O'NEIL, C. E.; FULGONI, V. L., 3rd; NICKLAS, T. A. Association of candy consumption with body weight measures, other health risk factors for cardiovascular disease, and diet quality in US children and adolescents: NHANES 1999-2004. **Food Nutr Res**, 55, 2011.

O'NEIL, C. E.; NICKLAS, T. A.; LIU, Y.; BERENSON, G. S. Candy consumption in childhood is not predictive of weight, adiposity measures or cardiovascular risk factors in young adults: the Bogalusa Heart Study. **J Hum Nutr Diet**, 28 Suppl 2, p. 59-69, Feb 2015.

OLIVEIRA, B. d. L.; DE SIQUEIRA, C. F.; CORDEIRO, K. L.; GUERRA, M. A. d. A. *et al.* ADOLESCENT'S PROFILE WITH OVERWEIGHT AND OBESITY FROM MUNICIPAL SCHOOL SYSTEM. **Journal of Nursing UFPE/Revista de Enfermagem UFPE**, 5, n. 2, 2011.

OZANNE, S. E.; HALES, C. N. Lifespan: catch-up growth and obesity in male mice. **Nature**, 427, n. 6973, p. 411-412, Jan 29 2004.

PALATIANOU, M. E.; SIMOS, Y. V.; ANDRONIKOU, S. K.; KIORTSIS, D. N. Long-term metabolic effects of high birth weight: a critical review of the literature. **Horm Metab Res**, 46, n. 13, p. 911-920, Dec 2014.

PARK, S. Y.; KIM, S. M. Acute appendicitis diagnosis using artificial neural networks. **Technol Health Care**, 23 Suppl 2, p. S559-565, 2015.

PINHEIRO, A. B. V.; LACERDA, E. M. d. A.; BENZECRY, E. H.; GOMES, M. C. d. S. *et al.* Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. *In: Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras*, 2008.

PIVARUNAS, B.; CONNER, B. T. Impulsivity and emotion dysregulation as predictors of food addiction. **Eat Behav**, 19, p. 9-14, Dec 2015.

POPKIN, B. M. The nutrition transition and its health implications in lower-income countries. **Public Health Nutr**, 1, n. 01, p. 5-21, 1998.

POPKIN, B. M. The nutrition transition and its relationship to demographic change. *In: Nutrition and health in developing countries*: Springer, 2001. p. 427-445.

POPKIN, B. M. The nutrition transition and obesity in the developing world. **The Journal of nutrition**, 131, n. 3, p. 871S-873S, 2001.

POPKIN, B. M.; ADAIR, L. S.; NG, S. W. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. **Nutr Rev**, 70, n. 1, p. 3-21, Jan 2012.

POTI, J. M.; BRAGA, B.; QIN, B. Ultra-processed Food Intake and Obesity: What Really Matters for Health—Processing or Nutrient Content? **Current obesity reports**, 6, n. 4, p. 420-431, 2017.

PRETCHELT, L. **A set of neural network benchmark problems and benchmarking rules**. Technical Report 21/94, University Karlsruhe, Germany. 1994.

PRETTY, C.; O'LEARY, D. D.; CAIRNEY, J.; WADE, T. J. Adverse childhood experiences and the cardiovascular health of children: a cross-sectional study. **BMC Pediatr**, 13, p. 208, Dec 17 2013.

PRINGLE, K.; LEE, Y.; WEATHERALL, L.; KEOGH, L. *et al.* Influence of maternal adiposity, preterm birth and birth weight centiles on early childhood obesity in an Indigenous Australian pregnancy-through-to-early-childhood cohort study. **Journal of developmental origins of health and disease**, 10, n. 1, p. 39-47, 2019.

QUEIROZ, V. M. d.; MOREIRA, P. V. L.; VASCONCELOS, T. H. C. d.; VIANNA, R. P. d. T. Prevalência e preditores antropométricos de pressão arterial elevada em escolares de João Pessoa—PB. **Arq Bras Cardiol**, 95, n. 5, p. 629-634, 2010.

RAMCHOUN, H.; IDRISSE, M. A. J.; GHANOU, Y.; ETTAOUIL, M. New modeling of multilayer perceptron architecture optimization with regularization: an application to pattern classification. **IAENG Int J Comput Sci**, 44, n. 3, p. 261-269, 2017.

RAMOS-LOBO, A. M.; DONATO, J., Jr. The role of leptin in health and disease. **Temperature (Austin)**, 4, n. 3, p. 258-291, 2017.

RAUBER, F.; CAMPAGNOLO, P. D.; HOFFMAN, D. J.; VITOLO, M. R. Consumption of ultra-processed food products and its effects on children's lipid profiles: a longitudinal study. **Nutr Metab Cardiovasc Dis**, 25, n. 1, p. 116-122, Jan 2015.

RINALDI, A. E. M.; GABRIEL, G. F. C. P.; MORETO, F.; CORRENTE, J. E. *et al.* Dietary factors associated with metabolic syndrome and its components in overweight and obese Brazilian schoolchildren: a cross-sectional study. **Diabetology & metabolic syndrome**, 8, n. 1, p. 58, 2016.

RUMELHART, D. E.; HINTON, G. E.; WILLIAMS, R. J. **Learning internal representations by error propagation**. DTIC Document. 1985.

RUMIŃSKA, M.; MAJCHER, A.; PYRŻAK, B.; CZERWONOGRODZKA-SENCZYNA, A. *et al.* Cardiovascular risk factors in obese children and adolescents. *In: Advances in Clinical Science*: Springer, 2015. p. 39-47.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D. *et al.* I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 100, p. 1-40, 2013.

SAWAYA, A. L. Desnutrição: conseqüências em longo prazo e efeitos da recuperação nutricional. **Estudos Avançados**, 20, p. 147-158, 2006.

SCHACK-NIELSEN, L.; MØLGAARD, C.; SØRENSEN, T. I.; GREISEN, G. *et al.* Secular change in size at birth from 1973 to 2003: national data from Denmark. **Obesity**, 14, n. 7, p. 1257-1263, 2006.

SCHIEL, R.; BELTSCHIKOW, W.; KRAMER, G.; STEIN, G. Overweight, obesity and elevated blood pressure in children and adolescents. **Eur J Med Res**, 11, n. 3, p. 97-101, Mar 27 2006.

SEFERIDI, P.; MILLETT, C.; LAVERTY, A. A. Sweetened beverage intake in association to energy and sugar consumption and cardiometabolic markers in children. **Pediatr Obes**, 13, n. 4, p. 195-203, Apr 2018.

SHETTY, P. Nutrition transition and its health outcomes. **Indian J Pediatr**, 80 Suppl 1, p. S21-27, Mar 2013.

SILVA, I. d.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas. **São Paulo: Artliber**, 23, n. 5, p. 33-111, 2010.

SILVA, K. S.; BANDEIRA, A. d. S.; SANTOS, P. C. d.; MALHEIROS, L. E. A. *et al.* Systematic review of childhood and adolescence sedentary behavior: analysis of the Report Card Brazil 2018. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 20, n. 4, p. 415-445, 2018.

SILVEIRA, K. B. R.; ALVES, J. F. R.; FERREIRA, H. S.; SAWAYA, A. L. *et al.* Associação entre desnutrição em crianças moradoras de favelas, estado nutricional materno e fatores socioambientais. **Jornal de Pediatria**, 86, p. 215-220, 2010.

SINGH, A. S.; MULDER, C.; TWISK, J. W.; VAN MECHELEN, W. *et al.* Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. **Obesity reviews**, 9, n. 5, p. 474-488, 2008.

SIQUEIRA, P. P.; ALVES, J. G. B.; FIGUEIROA, J. N. Fatores associados ao excesso de peso em crianças de uma favela do Nordeste brasileiro. **Revista Paulista de Pediatria**, 27, n. 3, p. 251-257, 2009.

SKINNER, A. C.; PERRIN, E. M.; SKELTON, J. A. Prevalence of obesity and severe obesity in US children, 1999-2014. **Obesity (Silver Spring)**, 24, n. 5, p. 1116-1123, May 2016.

SOARES, N. T.; MAIA, F. M. M. Avaliação do consumo alimentar: recursos teóricos e aplicação das DRIs. *In: Avaliação do consumo alimentar: recursos teóricos e aplicação das DRIs*, 2013.

SOROF, J. M.; LAI, D.; TURNER, J.; POFFENBARGER, T. *et al.* Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school-aged children. **Pediatrics**, 113, n. 3, p. 475-482, 2004.

SOUSA, M. A. C. A. d.; GUIMARÃES, I. C. B.; DALTRO, C.; GUIMARÃES, A. C. Associação entre peso de nascimento e fatores de risco cardiovascular em adolescentes. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 101, p. 09-17, 2013.

STERN, M. P.; BARTLEY, M.; DUGGIRALA, R.; BRADSHAW, B. Birth weight and the metabolic syndrome: thrifty phenotype or thrifty genotype? **Diabetes/metabolism research and reviews**, 16, n. 2, p. 88-93, 2000.

TASSITANO, R. M.; DUMITH, S. C.; CHICA, D. A. G.; TENÓRIO, M. C. M. Agregamento dos quatro principais comportamentos de risco às doenças não transmissíveis entre adolescentes. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 17, n. 2, p. 465-478, 2014.

TROST, S. G.; KERR, L.; WARD, D. S.; PATE, R. R. Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. **International journal of obesity**, 25, n. 6, p. 822, 2001.

TZIOUMIS, E.; ADAIR, L. S. Childhood dual burden of under- and overnutrition in low- and middle-income countries: a critical review. **Food Nutr Bull**, 35, n. 2, p. 230-243, Jun 2014.

UAUY, R.; KAIN, J.; CORVALAN, C. How can the Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD) hypothesis contribute to improving health in developing countries? **Am J Clin Nutr**, 94, n. 6 Suppl, p. 1759s-1764s, Dec 2011.

VARADHARAJAN, K. S.; THOMAS, T.; KURPAD, A. V. Poverty and the state of nutrition in India. **Asia Pac J Clin Nutr**, 22, n. 3, p. 326-339, 2013.

VILCHIS-GIL, J.; GALVAN-PORTILLO, M.; KLUNDER-KLUNDER, M.; CRUZ, M. *et al.* Food habits, physical activities and sedentary lifestyles of eutrophic and obese school children: a case-control study. **BMC Public Health**, 15, p. 124, Feb 11 2015.

WALLEY, A. J.; ASHER, J. E.; FROGUEL, P. The genetic contribution to non-syndromic human obesity. **Nat Rev Genet**, 10, n. 7, p. 431-442, Jul 2009.

WANG, J.; ZHU, Y.; JING, J.; CHEN, Y. *et al.* Relationship of BMI to the incidence of hypertension: a 4 years' cohort study among children in Guangzhou, 2007–2011. **BMC Public Health**, 15, n. 1, p. 782, August 14 2015. journal article.

WANG, Y.; MIN, J.; KHURI, J.; LI, M. A Systematic Examination of the Association between Parental and Child Obesity across Countries. **Adv Nutr**, 8, n. 3, p. 436-448, May 2017.

WEBBER, J. Energy balance in obesity. **Proceedings of the Nutrition Society**, 62, n. 2, p. 539-543, 2003.

WEBER, D. R.; LEONARD, M. B.; ZEMEL, B. S. Body composition analysis in the pediatric population. **Pediatr Endocrinol Rev**, 10, n. 1, p. 130-139, Nov 2012.

WEBER, D. R.; MOORE, R. H.; LEONARD, M. B.; ZEMEL, B. S. Fat and lean BMI reference curves in children and adolescents and their utility in identifying excess adiposity compared with BMI and percentage body fat. **Am J Clin Nutr**, 98, n. 1, p. 49-56, Jul 2013.

WEDEN, M. M.; BROWNELL, P.; RENDALL, M. S. Prenatal, perinatal, early life, and sociodemographic factors underlying racial differences in the likelihood of high body mass index in early childhood. **Am J Public Health**, 102, n. 11, p. 2057-2067, Nov 2012.

WELLS, J. C. Obesity as malnutrition: the dimensions beyond energy balance. **Eur J Clin Nutr**, 67, n. 5, p. 507-512, May 2013.

WELLS, J. C.; FEWTRELL, M. S.; WILLIAMS, J. E.; HAROUN, D. *et al.* Body composition in normal weight, overweight and obese children: matched case-control analyses of total and regional tissue masses, and body composition trends in relation to relative weight. **Int J Obes (Lond)**, 30, n. 10, p. 1506-1513, Oct 2006.

WELLS, J. C.; FULLER, N. J.; DEWIT, O.; FEWTRELL, M. S. *et al.* Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. **Am J Clin Nutr**, 69, n. 5, p. 904-912, May 1999.

WELLS, J. C. K. The capacity-load model of non-communicable disease risk: understanding the effects of child malnutrition, ethnicity and the social determinants of health. **Eur J Clin Nutr**, 72, n. 5, p. 688-697, May 2018.

WEST-EBERHARD, M. J. Developmental plasticity and the origin of species differences. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 102 Suppl 1, p. 6543-6549, May 3 2005. Review.

WHITAKER, R. C.; DIETZ, W. H. Role of the prenatal environment in the development of obesity. **J Pediatr**, 132, n. 5, p. 768-776, May 1998.

WHO. The double burden of malnutrition. Policy brief. . **Geneva: World Health Organization**, 2017.

WHO. Healthy diet. World Health Organization.[Cited: 2018 October 23] Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. 2018.

WHO, W. H. O. Global Health Observatory data repository. Prevalence of overweight and obesity among children and adolescents, BMI>+2 standard deviation above the median. Estimates by country, among children aged 5-9 years[Internet]. Geneva: WHO;[cited 2017 Aug 16]. 2017.

WHO. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. 2006.

WHO. Obesity and overweight. . **World Health Organization**.[Cited: 2018 February 16] Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>, 16 February 2018.

WOO BAIDAL, J. A.; LOCKS, L. M.; CHENG, E. R.; BLAKE-LAMB, T. L. *et al.* Risk Factors for Childhood Obesity in the First 1,000 Days: A Systematic Review. **Am J Prev Med**, 50, n. 6, p. 761-779, Jun 2016.

WU, Y. E.; ZHANG, C. L.; ZHEN, Q. Metabolic syndrome in children (Review). **Exp Ther Med**, 12, n. 4, p. 2390-2394, Oct 2016.

XAVIER, E. E. T.; MARREIRA, J. A. L.; DA SILVA, A. H. O.; DA ROCHA MALTA, E. F. *et al.* Transição Nutricional em escolares da Zona da Mata e Agreste de Pernambuco segundo indicadores antropométricos do estado nutricional. 2017.

YAJNIK, C. S. Obesity epidemic in India: intrauterine origins? **Proc Nutr Soc**, 63, n. 3, p. 387-396, Aug 2004.

YASUNAGA, T.; FURUKAWA, S.; KATSUMATA, N.; HORIKAWA, R. *et al.* Nutrition related hormonal changes in obese children. **Endocrine journal**, 45, n. 2, p. 221-227, 1998.

ZHAO, Y.; WANG, L.; XUE, H.; WANG, H. *et al.* Fast food consumption and its associations with obesity and hypertension among children: results from the baseline data of the Childhood Obesity Study in China Mega-cities. **BMC Public Health**, 17, n. 1, p. 933, 2017.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS - Resolução 466/12)

Dados para identificação da criança:

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

A gestação foi de quantos meses? ( ) 7 meses, ( ) 8 meses ou ( ) 9 meses

Peso ao nascer (olhar no cartão de vacina ou na caderneta de saúde): \_\_\_\_\_

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) ou o menor que está sob sua responsabilidade \_\_\_\_\_ para participar, como voluntário (a), da pesquisa **Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pliométrico**. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Gabriela Carvalho Jurema Santos, - Centro Acadêmico de Vitória - Universidade Federal de Pernambuco. Endereço: Rua Capitão Médico Osias Ribeiro, 8060. Barra de Jangada – Jaboatão dos Guararapes – PE. E-mail: gaby9carvalho@gmail.com, telefone: (81) 99996.3176. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Ravi Marinho dos Santos, telefone para contato: (81) 996625608, Tafnes Laís Pereira Santos de Oliveira, telefone para contato: (81) 985097290, Isabele Góes Nobre, telefone para contato (81) 985562261, Isabella da Costa Ribeiro, telefone para contato (81) 999408869 e Wylla Tatiana Ferreira e Silva, telefone para contato (81) 996373282 e está sob a orientação de: Carol Góis Leandro Telefone: (81) 21268463, e-mail [carolleandro22@gmail.com](mailto:carolleandro22@gmail.com).

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde que o (a) menor faça parte do estudo pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização nem para o (a) Sr.(a) nem para o/a voluntário/a que está sob sua responsabilidade, bem como será possível ao/a Sr. (a) retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Essa pesquisa objetiva avaliar o efeito do treinamento pliométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão.
- A criança deverá comparecer ao laboratório de Fisiologia do Esforço da Universidade Federal de Pernambuco (Centro acadêmico de Vitória), onde deverá realizar a avaliação antropométrica, medição da taxa metabólica de repouso, aplicação do questionário de frequência alimentar, coleta sanguínea e aferição da pressão arterial. O tempo total de cada visita será em torno de 1h 30min. Nessa sessão, as crianças serão pesadas e medidas, em seguida a criança deverá ficar deitada durante 30min, com uma máscara no rosto, para coleta da taxa metabólica de repouso. Após a medição da taxa metabólica a criança (com auxílio dos responsáveis) deverá responder o questionário de frequência alimentar e em seguida ela realizará a coleta sanguínea, onde levará uma pequena furada no dedo, onde será coletada uma ou duas gotas de sangue para medição da concentração de glicose, triglicerídeos, C-HDL e insulina. Na sessão seguinte, será realizada a avaliação da composição corporal, nela, as crianças serão transportadas até a Universidade de Pernambuco (UPE), em Recife, e deverão permanecer deitadas durante 5 (cinco) minutos para avaliação da composição corporal. Todas essas etapas ocorrerão em dois momentos, uma ao início do protocolo e outra ao final.
- A presente pesquisa acarreta alguns riscos aos avaliados, o aparelho de Densitometria Óssea (DEXA), utilizado para avaliação da composição corporal (percentual de gordura corporal e sua distribuição no organismo), emitem algumas radiações através de feixes de raios X de baixa energia, similar ao exame de raio X (curta e baixa exposição de radiação), que podem ser prejudiciais quando aplicadas em excesso (repetidas vezes). Por isso, para não causar danos à saúde da criança, será realizada apenas uma medida. Este método também é contraindicado para mulheres gestantes. Sobre a utilização da calorimetria indireta, método responsável por avaliar a taxa metabólica basal, não há contraindicações para realização desta medida metabólica as crianças. No entanto, além do desconforto que a máscara pode causar, após a retirada da máscara alguns desconfortos como falta de ar e tontura também podem acontecer. Para avaliação do perfil bioquímico (coleta de sangue), há riscos de ocorrer acidentes com objeto perfuro cortante (agulha), ao qual a equipe e o criança estão expostos. A fim de minimizar o risco, esse procedimento será realizado por profissional capacitado a esta função. Os desconfortos associados a coleta de sangue podem acontecer desde uma mínima até maiores sensações de dor, hematomas ou desconfortos na região que a agulha perfurará. Na avaliação da pressão arterial, é importante ressaltar que o equipamento utilizado para aferição pode provocar um mínimo aperto, porém assim que ocorre a medição, o equipamento desinfla rapidamente, cessando o desconforto. Este método de aferição não apresenta riscos maiores. Caso algum outro sintoma além do padrão ocorra será necessário comunicar imediatamente ao pesquisador responsável para que sejam tomadas as devidas providências. Em caso de acidentes, a criança será enviada para o Hospital Joao Murilo de Oliveira.

- Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa envolvem a apresentação aos órgãos governamentais um relato do atual estado nutricional, de crescimento e desenvolvimento das crianças, visando sensibilizar as autoridades para oferecerem melhores condições de saúde e de práticas esportivas, e conseqüentemente à melhoria da qualidade de vida da comunidade. Além disso será preparado um material para cada criança com os resultados dos exames realizados e caso haja alguma alteração, a criança e/ou família receberá um material educativo, e a criança será encaminhada ao nutricionista da clínica escola do Centro acadêmico de Vitoria e será direcionada a alguma atividade esportiva oferecida pela Universidade Federal de Pernambuco para comunidade. O programa de treinamento pliométrico é uma forma de promover melhoria na qualidade de vida das crianças, evitando o aparecimento precoce de desordens cardiometabólicas. Este projeto pretende incentivar as práticas de atividade física regular em diversos ambientes, visando principalmente estimular a recreação como forma lúdica de promover a saúde. Adicionalmente, pretende-se fornecer dados para incentivar a construção e fortalecimento de políticas públicas dentro do ambiente escolar.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário(a). Os dados coletados nesta pesquisa, fotos ou filmagens, ficarão armazenados em arquivos de computador, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: [ceppcs@ufpe.br](mailto:ceppcs@ufpe.br)).

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador (a)

#### CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por \_\_\_\_\_, autorizo a sua participação no estudo Desenvolvimento e validação de um modelo matemático sobre o peso ao nascer, a taxa metabólica de repouso e a síndrome metabólica de crianças dos 7 aos 10 anos de idade, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do (da) responsável: \_\_\_\_\_



**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.** 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

## APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
(PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)

**OBS:** Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você \_\_\_\_\_, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: **Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pliométrico**. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Gabriela Carvalho Jurema Santos, Rua Capitão Médico Osias Ribeiro, nº 8060, Barra de Jangada, Pernambuco, CEP: 54460-020, telefone (81) 99996.3176, email: gaby9carvalho@gmail.com. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Ravi Marinho dos Santos, telefone para contato: (81) 996625608, Tafnes Laís Pereira Santos de Oliveira, telefone para contato: (81) 985097290, Isabele Góes Nobre, telefone para contato (81) 985562261, Isabella da Costa Ribeiro, telefone para contato (81) 999408869 e Wylla Tatiana Ferreira e Silva, telefone para contato (81) 996373282 e está sob a orientação de: Carol Góis Leandro Telefone: (81) 21268463, e-mail [carolleandro22@gmail.com](mailto:carolleandro22@gmail.com).

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guarda-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Essa pesquisa objetiva avaliar o efeito do treinamento pliométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão.
- Para realização deste trabalho, serão realizados os métodos: Para realização deste trabalho, serão realizados os métodos: (1) Avaliação antropométrica; (2) Mensuração da taxa metabólica de repouso em calorímetro portátil; (3) Aplicação do questionário de frequência alimentar; (4) Coleta sanguínea; (5) aferição da pressão arterial; (6) Mensuração da composição corporal será medida através de varredura DEXA (absorciometria radiológica de energia dupla); (7) Treinamento com exercícios pliométricos.
- Quanto aos riscos e desconfortos, esta pesquisa acarreta alguns riscos aos avaliados, o aparelho de Densitometria Óssea (DEXA), utilizado para avaliação da composição corporal (percentual de gordura corporal e sua distribuição no organismo), emitem algumas radiações através de feixes de raios X de baixa energia (curta e baixa exposição de radiação) que podem ser prejudiciais quando aplicadas em excesso (repetidas vezes). Por isso, para não causar danos à saúde da criança, será realizada apenas uma medida. Este método também é contraindicado para mulheres gestantes. Sobre a utilização da calorimetria indireta, método responsável por avaliar a taxa metabólica basal, não há contraindicações para realização desta medida metabólica as crianças. No entanto, além do desconforto que a máscara pode causar, após a retirada da máscara alguns desconfortos como falta de ar e tontura também podem acontecer. Para avaliação do perfil bioquímico (coleta de sangue), há riscos de ocorrer acidentes com objeto perfuro cortante (agulha), ao qual a equipe e o criança estão expostos. A fim de minimizar o risco, esse procedimento será realizado por profissional capacitado a esta função. Os desconfortos associados a coleta de sangue podem acontecer desde uma mínima até maiores sensações de dor, hematomas ou desconfortos na região que a agulha perfurará. Na avaliação da pressão arterial, é importante ressaltar que o equipamento utilizado para aferição pode provocar um mínimo aperto, porém assim que ocorre a medição, o equipamento desinfla rapidamente, cessando o desconforto. Este método de aferição não apresenta riscos maiores. Caso algum outro sintoma além do padrão ocorra será necessário comunicar imediatamente ao pesquisador responsável para que sejam tomadas as devidas providências. Em caso de acidentes, a criança será enviada para o Hospital Joao Murilo de Oliveira.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, fotos ou filmagens, ficarão armazenados em arquivos de computador, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Nem você e nem seus pais ou responsáveis legais pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: [cepcs@ufpe.br](mailto:cepcs@ufpe.br)).

---

Assinatura do pesquisador (a)

**ASSENTIMENTO DO (DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO (A)**

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo **Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pliométrico**, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do (da) menor : \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:




ALIMENTOS/PREPARA ÇÃO/BEBIDAS CONSUMIDOS QUE PODEM TER SIDO ESQUECIDOS	Q U A N T I D A D E	S I M	N Ã O	ALIMENTOS/PREPARA ÇÃO/BEBIDAS CONSUMIDOS QUE PODEM TER SIDO ESQUECIDOS	Q U A N T I D A D E	S I M	N Ã O
Café / chá				Biscoito doce			
Refrigerante				Balas (Chiclete, confeito, jujuba, pastilha)			
Leite				Sorvetes ou picolé			
Suco Natural / Suco Artificial				Salgadinhos de pacote			
Maionese / ketchup				Amendoim			
Bolacha				Pipoca			
<b>Digitador 1:</b>				<b>Digitador 2:</b>			

## APÊNDICE D – INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E PLASTICIDADE FENOTÍPICA

#### PROJETO CRESCER COM SAÚDE – QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO

Questionário socioeconômico		
APLICAR PARA ADESÃO DA CRIANÇA AO PROJETO		
Data da entrevista:	___/___/___	DENT: __/__/____
Nome do entrevistador:		
Escola	1[ <input type="checkbox"/> ] Mariana Amalha 2[ <input type="checkbox"/> ] Pedro Ribeiro 3[ <input type="checkbox"/> ] Assis Chateaubriand	ESCOL: _____

**Crianças / n° identificador :**

---

Identificação		
1. Qual o seu nome?		
2. Qual o nome da sua mãe?		
3. Sua mãe trabalha?	1[ <input type="checkbox"/> ] Sim. Profissão: _____ 2[ <input type="checkbox"/> ] Não	PRO FMA E: ____
7. Qual a sua escolaridade?	1[ <input type="checkbox"/> ] 1º ano 2[ <input type="checkbox"/> ] 2º ano 3[ <input type="checkbox"/> ] 3º ano 4[ <input type="checkbox"/> ] 4º ano	ESC OLA RI: ____ —

8. Cor ou raça	1[ ] Branco 2[ ] Negro 3[ ] Amarelo 4[ ] Pardo 5[ ] Indígena 6[ ] Outro. Qual? _____	COR A: _____ _____
9. Qual o endereço da sua casa?	_____ _____ _____ _____ _____	
<b>Situação socioeconômica e de habitação</b>		
12. Sua residência é?	1[ ] Própria 2[ ] Alugada 3[ ] Cedida 4[ ] Outra. Qual? _____	MOR AD: _____
13. Mora com quem?	1[ ] Mãe 2[ ] Pai 3[ ] Mãe e Pai 4[ ] _____ ] Outro. Qual? _____	MRQ :____ ____
14. Quantas pessoas moram com você? (contando com a criança)	1[ ] 1 2[ ] 2 3[ ] 3 4[ ] 4 5[ ] 5 6[ ] 6 ou mais	QPE SSO: _____ _____
15. De que é feita a casa onde você mora?	1[ ] Tijolo 2[ ] Madeira 3[ ] Mista 4[ ] Material improvisado (lona, papelão, etc) 5[ ] Outro. Qual? _____	TPH AB: _____
16. Sua casa tem água encanada?	1[ ] Sim 2[ ] Não	AGU AEN: _____
17. Sua casa tem energia elétrica?	1[ ] Sim 2[ ] Não	ENE RG: _____



## APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO SOBRE ATIVIDADE FÍSICA REGULAR- PAQ

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: M ( ) F ( )

Data: \_\_\_\_\_

### 1. ATIVIDADE FÍSICA

Você fez alguma das seguintes atividades no ÚLTIMOS 7 DIAS ( na semana passada)? Se sim, quantas vezes

	Nenhuma	1-2	3-4	5-6	7x ou mais
Saltos	<input type="checkbox"/>				
Atividades no parque	<input type="checkbox"/>				
Pique	<input type="checkbox"/>				
Caminhada	<input type="checkbox"/>				
Andar de bicicleta	<input type="checkbox"/>				
Correr ou trotar	<input type="checkbox"/>				
Ginastica aeróbica	<input type="checkbox"/>				
Natação	<input type="checkbox"/>				
Andar de skate	<input type="checkbox"/>				
Futebol	<input type="checkbox"/>				
Voleibol	<input type="checkbox"/>				
Basquete	<input type="checkbox"/>				
“Queimado”	<input type="checkbox"/>				

2. Nos últimos 7 dias, durante as aulas de Educação Física, o quanto você foi ático (jogou intensamente, correu, saltou e arremessou)?

- Eu não faço as aulas -----
- Raramente -----
- Algumas vezes -----
- Frequentemente -----
- Sempre -----

3. Nos últimos 7 dias, o que você fez na maior parte do **RECREIO**?

- Ficou sentado (conversando, lendo, fazendo trabalho) -----
- Ficou em pé, parado ou andou -----

- Correu ou jogou um pouco -----
- Correu e jogou um bocado -----
- Correu ou jogou intensamente a maior parte do tempo -----

4. Nos últimos 7 dias, o que você fez normalmente durante o horário do almoço (além de almoçar)?

- Ficou sentado (conversando, ou fazendo trabalho de casa) -----
- Ficou em pé, parado ou andou -----
- Correu ou jogou um pouco -----
- Correu e jogou um bocado -----
- Correu ou jogou intensamente a maior parte do tempo -----

5. Nos últimos 7, quantos dias da semana você praticou algum esporte, dança, ou jogos em que você foi muito ativo. (LOGO DEPOIS DA ESCOLA)?

- Nenhuma dia -----
- 1 vez na semana passada -----
- 2 ou 3 vezes na semana passada -----
- 4 vezes na semana passada -----
- 5 vezes na semana passada -----

6. Nos últimos 7 dias, quantas vezes você praticou algum esporte, dança ou jogos em que você foi muito ativo, **A NOITE**?

- Nenhuma -----
- 1 vez na semana passada -----
- 2-3 vezes na semana passada -----
- 4-5 vezes na semana passada -----
- 6-7 vezes na semana passada -----

7. NO ÚLTIMO FINAL DE SEMANA, quantas vezes você praticou algum esporte, dança, ou jogos em que você foi muito ativo?

- Nenhuma dia -----

- 1 vez -----
- 2-3 vezes -----
- 4-5 vezes -----
- 6 ou mais vezes -----

8. Em média quantas horas você assiste televisão por dia? \_\_\_\_\_ horas.

9. Qual das opções abaixo melhor representa você nos últimos 7 dias?

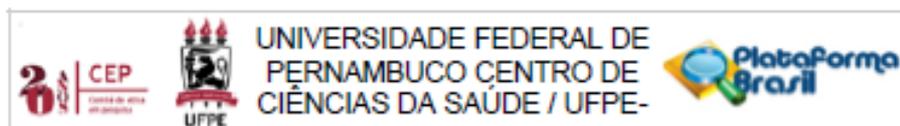
- A) Todo ou quase todo o meu tempo livre eu utilizei fazendo coisas que envolvem pouco esforço físico (assistiu TV, fazer trabalho de casa, jogar videogames);
- B) Eu pratiquei alguma atividade física (1-2 vezes na ultima semana) durante o meu tempo livre (ex. praticou esporte, correu, nadou, andou de bicicleta, faz ginastica aeróbica);
- C) Eu pratiquei atividade física no meu tempo livre (4-5vezes na semana passada);
- D) Eu geralmente pratiquei atividade física no meu tempo 5-6 vezes na semana passada);
- E) Eu pratiquei atividade física regularmente no meu tempo livre na semana passada (7 ou mais).

13. Marque a frequência em que você praticou atividade física (esporte, jogos ou outra atividade física) nas semana passada.

Nenhuma vez /Alguma vezes /Poucas vezes/ Diversas vezes /Muitas vezes

Segunda	<input type="checkbox"/>				
Terça	<input type="checkbox"/>				
Quarta	<input type="checkbox"/>				
Quinta	<input type="checkbox"/>				
Sexta	<input type="checkbox"/>				
Sábado	<input type="checkbox"/>				
Domingo	<input type="checkbox"/>				

## ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pilométrico.

**Pesquisador:** GABRIELA CARVALHO JUREMA SANTOS

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 91338718.0.0000.5208

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

**Patrocinador Principal:** FUNDAÇÃO DE AMPARO A CIÊNCIA E TECNOLOGIA - FACEPE  
Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.796.344

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa de mestrado da aluna GABRIELA CARVALHO JUREMA SANTOS do CAV/UFPE, orientado pela profª CAROL VIRGÍNIA GÓIS LEANDRO. É um projeto de intervenção que tem como finalidade de avaliar o efeito do treinamento pilométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão. Para isso os participantes serão avaliados quanto a composição corporal, antropometria, aspectos metabólicos e cardiovasculares (pressão arterial e perfil bioquímico) e diagnóstico de síndrome metabólica, antes e após o protocolo de treinamento pilométrico. Além disso, será avaliada a frequência alimentar dos escolares, antes e após o treinamento físico.

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo Primário:

Avaliar o efeito do treinamento pilométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão.

##### Objetivo Secundário:

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-800  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepocs@ufpe.br